



فسيولوجي عام (٢٢٠ نجح)

٣ ساعات معتمدة

أ.د. خالد أحمد عبدون

٠٥٦٥٥٠٣٩٥٨

kabdoun@ksu.edu.sa

طرق التدريس:

- محاضرات
- كتابة مقالات علمية وعرض بوربوينت (تعلم ذاتي)

أهداف المقرر:

- معرفة تركيب ووظائف أجهزة جسم الحيوان.
- وصف دور أجهزة الجسم المختلفة في عملية الإنتاج.

محتوى المقرر:

الموضوعات	عدد الأسابيع	ساعات إتصال
مقدمة عامة وانظمة التحكم	-	١
الخلية والأنسجة	٣	٨
الجهاز القلبي الوعائي	٢	٦
العضلات	-	١
الجهاز العصبي ونقل الإثارة	١	٢
فسيولوجي الهضم	٣	٩
فسيولوجي التنفس	٢	٦
فسيولوجي الكلية وتنظيم سوائل البدن	١	٣
الغدد الصم والهرمونات	٢	٦
تنظيم حرارة جسم الحيوان	١	٣
المجموع	١٥	٤٥

طريقة التقييم:

- إمتحانات فصلية ٤٠%.
- المشاركة الفصلية والتقارير والعرض ٢٠%.
- إمتحان نهائي ٤٠%.

المراجع:

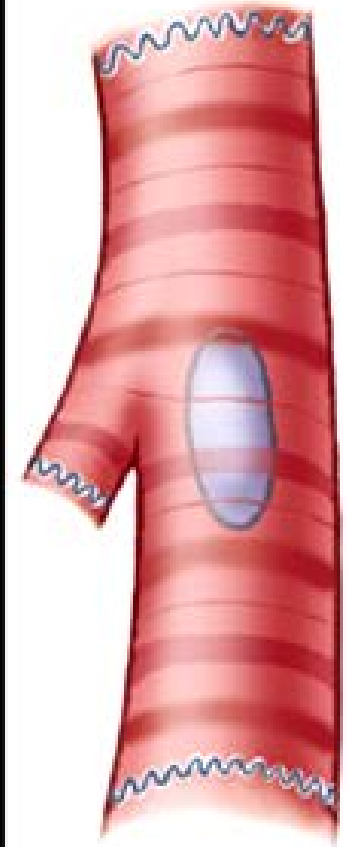
- تشريح وفسلجة الحيوانات الزراعية «الجزء الأول»، تأليف R. D. Frandson ترجمة د. اسماعيل عجام مبارك، منشورات جامعة البصرة ١٩٨١م.
- مبادئ في الفيزيولوجيا البيطرية، د. عادل عبد التواب البدري ود. حسن عبد الرحمن عبد الرحمن و د. علي عبد الله القرعاوي، إدارة النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود ٢٠٠٤م.

مقدمة عامة

مكونات جسم الحيوان:

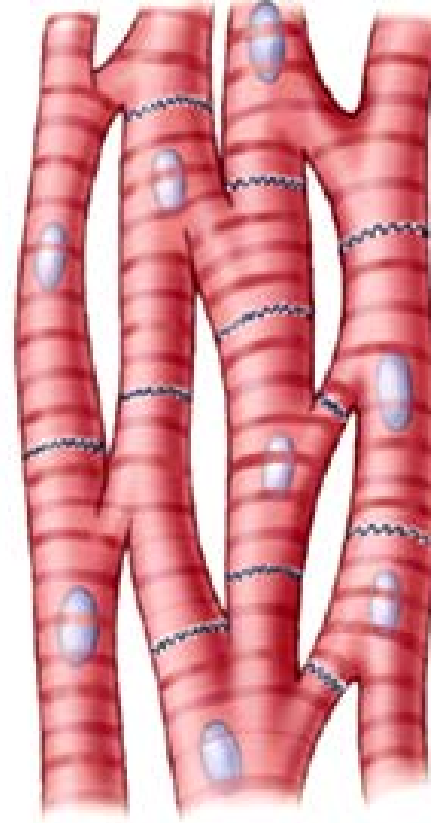
- أصغر وحدة تركيبية ووظيفية في جسم الحيوان هي الخلية.
- عدة خلايا متشابهة تكون النسيج.
- والأنسجة المختلفة تكون العضو.
- والأعضاء المختلفة تكون الجهاز.
- وأجهزة الجسم المختلفة تكون جسم الحيوان.

خلية



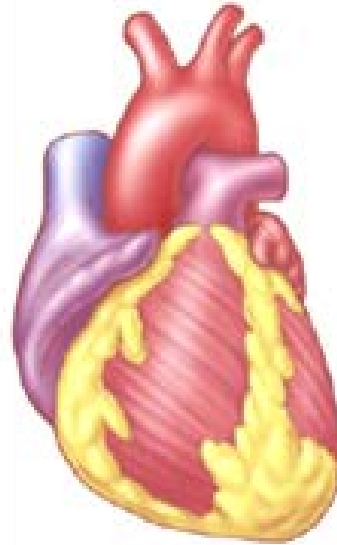
خلية عضلية

نسيج



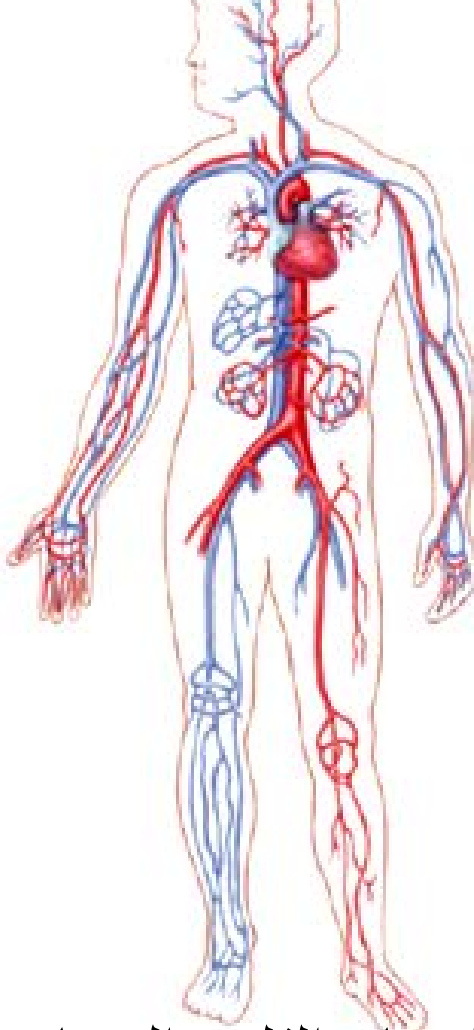
عضلة القلب

عضو



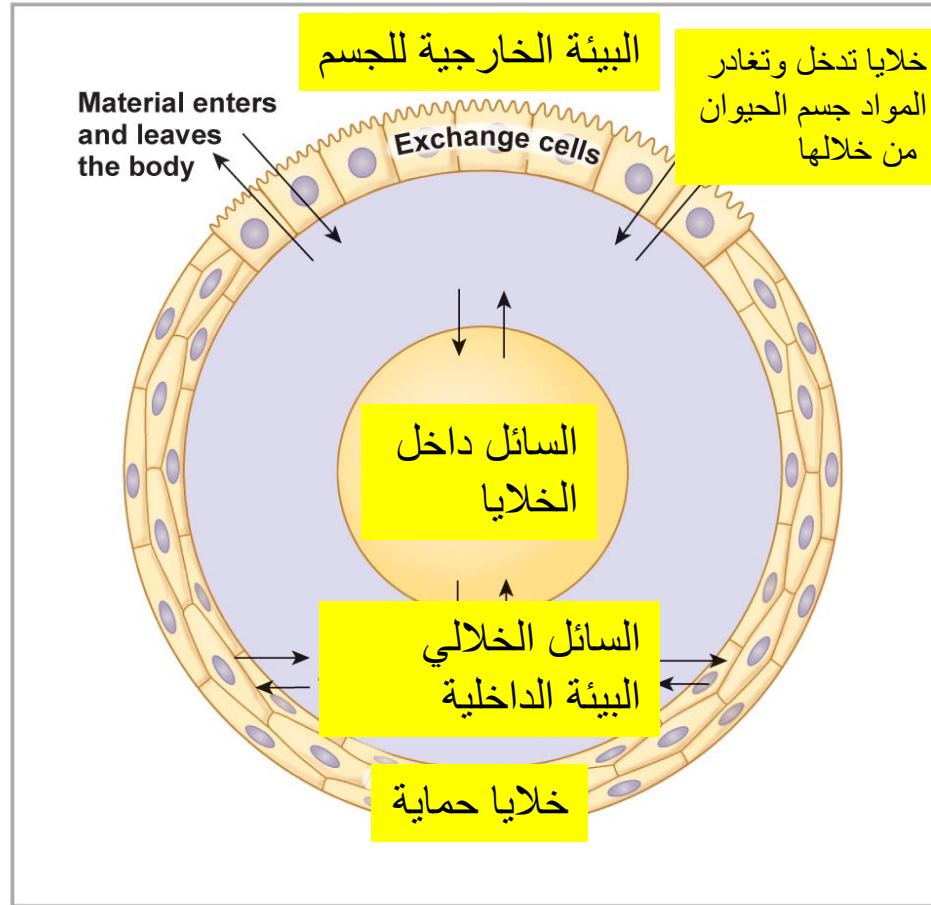
القلب

جهاز



الجهاز القلبي الوعائي

البيئة الخارجية والداخلية لجسم الحيوان:



البيئة الداخلية ومفهوم ثبات الوسط الداخلي للحيوان:

➤ ثبات البيئة الداخلية أو ما يعرف بالإستتباب (Homeostasis) تعني المحافظة علي البيئة الداخلية للحيوان شبه ثابتة وتتعاون جميع أجهزة الجسم الحيوية في الوصول إلى هذا الهدف. فمثلاً إنخفاض تركيز الأكسجين في الدم أقل من المعدل الطبيعي ينبه خلايا معينة في الجهاز العصبي مما يؤدي إلى زيادة حركة العضلات المسؤلة عن حركة التنفس وكنتيجة لهذا، فإن هناك زيادة تعويضية في الأكسجين الداخل إلى الجسم وإعادة تركيز الأكسجين إلى الوضع الطبيعي.

المدى الطبيعي لبعض معايير الدم:

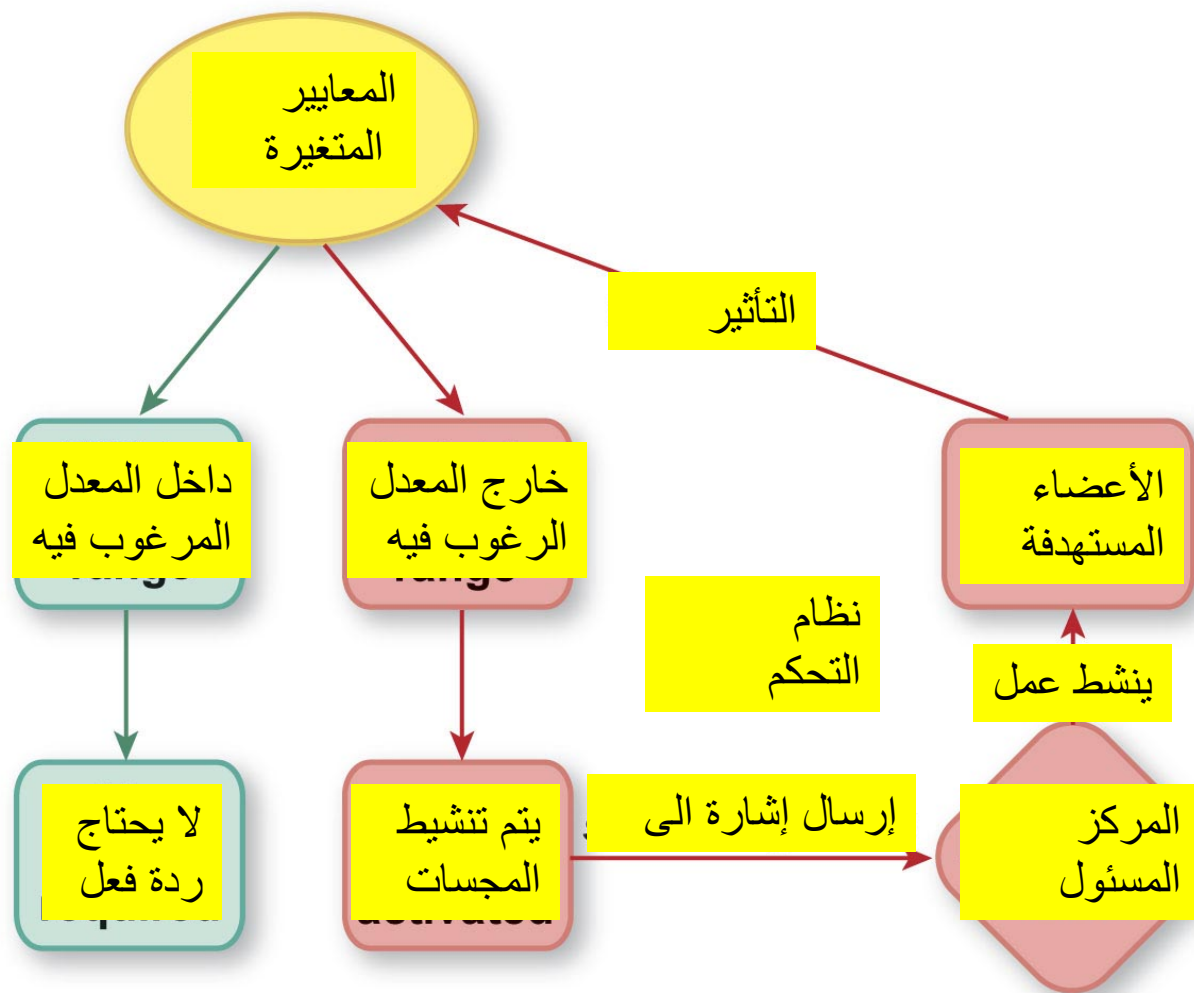
Arterial pH درجة الحموضة	7.35-7.45
Bicarbonate البيكربونات	24-28 mEq/L
Sodium الصوديوم	135-145 mEq/L
Calcium الكالسيوم	4.5-5.5 mEq/L
Oxygen content محتوى الأكسجين ml/100ml	17.2-22
Urea اليوريا	12-35 mg/100 ml
Amino acids الأحماض الأمينية	3.3-5.1 mg/100ml
Protein البروتين	6.5-8 g/100ml
Total lipids الدهون	400-800 mg/100ml
Glucose الغلوكوز	75-110 mg/100ml

أجهزة التحكم:

- تشمل الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصم.
- تعمل على المحافظة على المعايير المتغيرة داخل المدى المرغوب أثناء الإستتباب (Homeostasis)
- تعمل عن طريق آلية التحكم الإسترجاعي (إيجابي أو سلبي).
- مثال على التحكم الإسترجاعي الإيجابي (زيادة الاستروجين يحفز افراز الهرمون الملوتن مما يؤدي للإباضة).
- مثال على التحكم الإسترجاعي السالب (جهاز التنظيم الحراري).

مكونات نظم التحكم:

- جهاز الإحساس (Sensor) ويعمل على جمع المعلومات وإرسالها إلى الجهاز المسؤول عن التنسيق واتخاذ القرار (المركز).
- المركز ويعمل على تحديد الاستجابة المطلوبة حسب المعلومات الواردة من جهاز الإحساس.
- الجهاز المحرك (عصبي أو هورموني) يعمل على نقل القرار (الإستجابة المطلوبة) الى العضو أو النسيج المستهدف.
- العضو المستهدف وهو عبارة عن الجزء النشط في النظام ويستخدم طاقة لأداء الإستجابة المطلوبة.





The Cell

الخلية

■ الخلية:

- الوحدة الأساسية (التركيبية والوظيفية) للكائنات الحية.
- الكائنات الحية جميعها تتركب من خلية واحدة أو أكثر.
- تنتج من انقسام خلية سابقة لها.
- لكل خلية دور ووظيفة حيوية تختص بها.
- تسمى مجموعة الخلايا المتشابهة في التركيب والتي تؤدي معاً وظيفة معينة في الكائن الحي عديد الخلايا بالنسيج.

أنواع الخلايا

هناك نوعين رئيسيين من الخلايا:

➤ طليعيات (بدائيات) النواة Procaryotes

وهي الكائنات التي تكون مادتها الوراثية منتشرة في السيتوبلازم لعدم وجود غلاف نووي. وتتمثل في البكتيريا والبكتيريا الخضراء المزرقة .

➤ حقيقيات النواة Eucaryotes

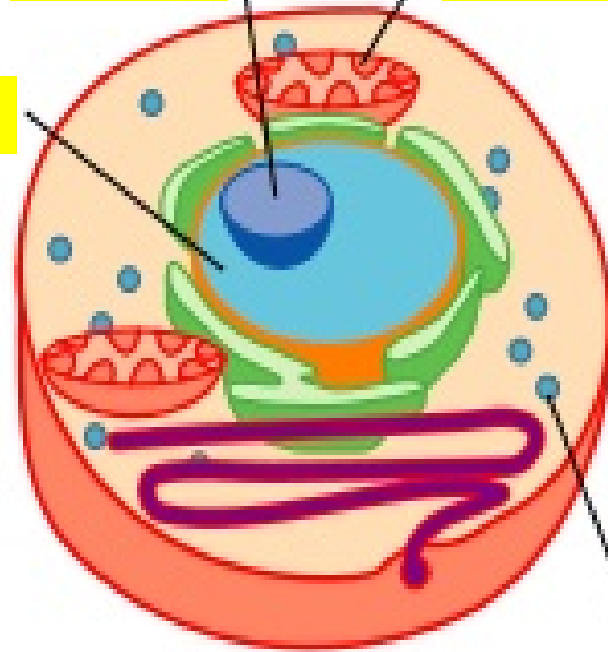
وهي الكائنات التي تكون مادتها الوراثية مفصولة عن السيتوبلازم بغلاف نووي ذا جدار مزدوج.

خلية حقيقية النواة

نوية

ميتوكوندريا

نواة



رايبوسومات

خلية بدائية النواة

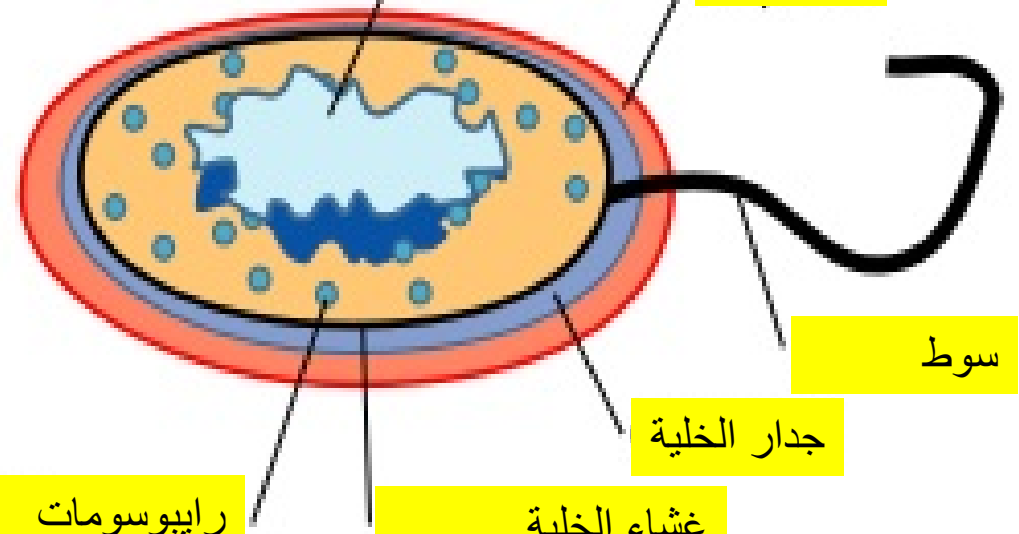
المادة الوراثية

كبسولة

سوط

جدار الخلية

غشاء الخلية



أجزاء الخلية

تتكون الخلايا الحقيقية النواة من ثلاث أجزاء رئيسية هي:

➤ الغشاء الخلوي Plasma membrane

➤ النواة Nucleus

➤ السيتوبلازم Cytoplasm

بالإضافة لعضيات الخلية والتي تكون عادة معلقة في
السيتوبلازم وتشمل:

- الحبيبات الخيطية Mitochondrion
- الجسيمات الحالة Lysosomes
- الشبكية الداخلية (الشبكة الاندوبلازمية)
- Endoplasmic Reticulum
- جهاز جولجي Golgi Apparatus
- الريبوزومات Ribosomes
- الجسم المركزي Centrosome

أجزاء الخلية

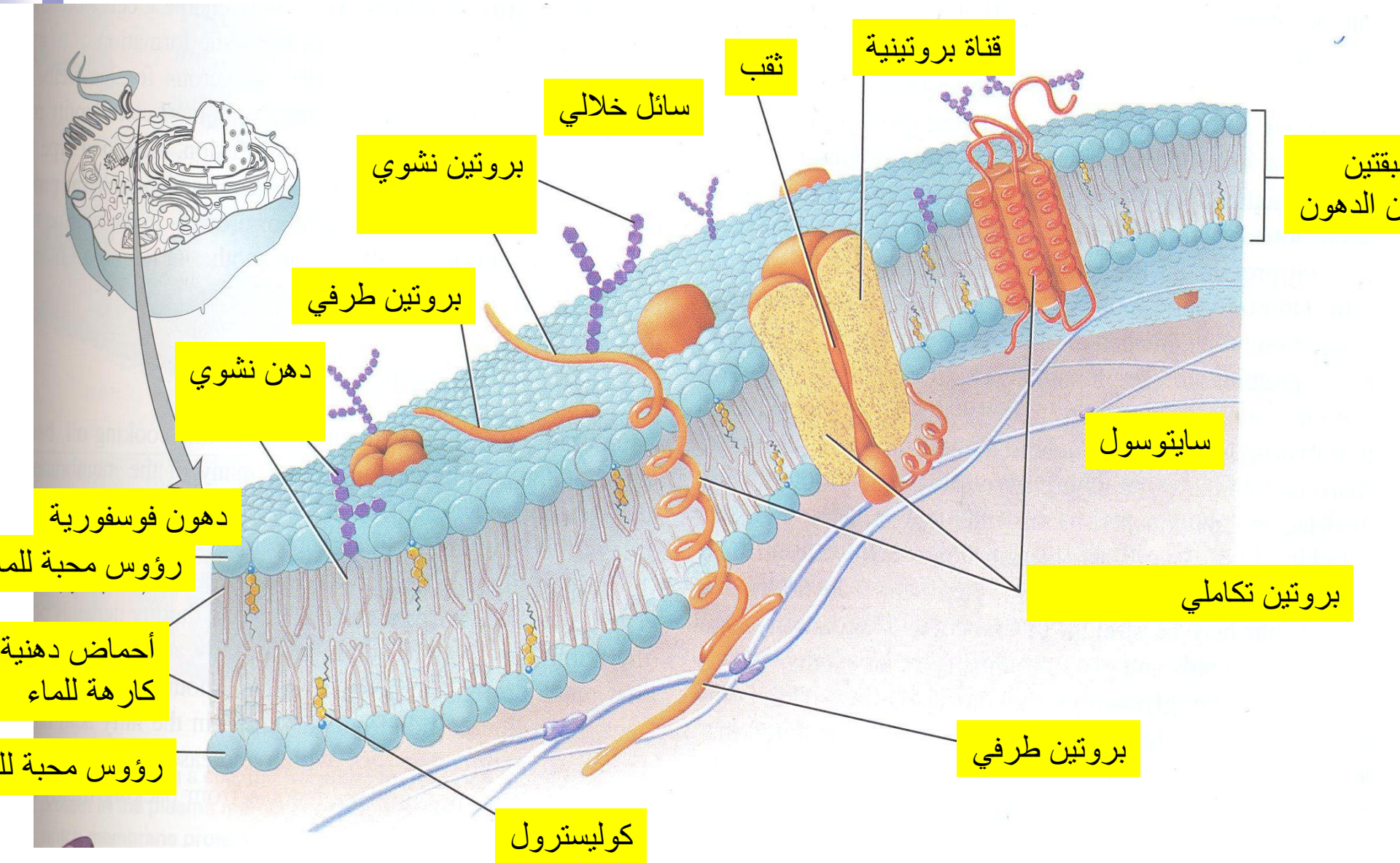
الغشاء:

- يمثل الحاجز الحيوي بين الخلية ومحيطها الخارجي
- يحدد شكل الخلية.
- يحيط ببعضيات الخلية الداخلية.
- يوجه الحركة من وإلى داخل الخلية.
- يكون إما نافذاً أو شبه نافذ.
- يشكل معبراً للمواد اللازمة للخلية والفضلات الناتجة عن الإستقلاب.
- يشكل ممراً لنقل المعلومات بتأثير الهرمونات ونبضات الأعصاب إلى الخلية.

➤ يتكون من طبقتين من الدهون (Phospholipid) والكولسترول والبروتينات التي يمكن أن يتصل بإحدهما أو كليهما كمية من الكربوهيدرات.

تتقسم الأغشية الى:

- غشاء الميلين Myelin ويوجد في الجهاز العصبي ويحتوي على ٧٥% دهون و ٥% سكريات و ٢٠% بروتين .
- غشاء البلازما يتكون من ٥٠% دهون و ٥٠% بروتين.
- غشاء الكريات الحمراء يتكون من ٤٣% دهون و ٤٩% بروتين و ٨% سكريات .



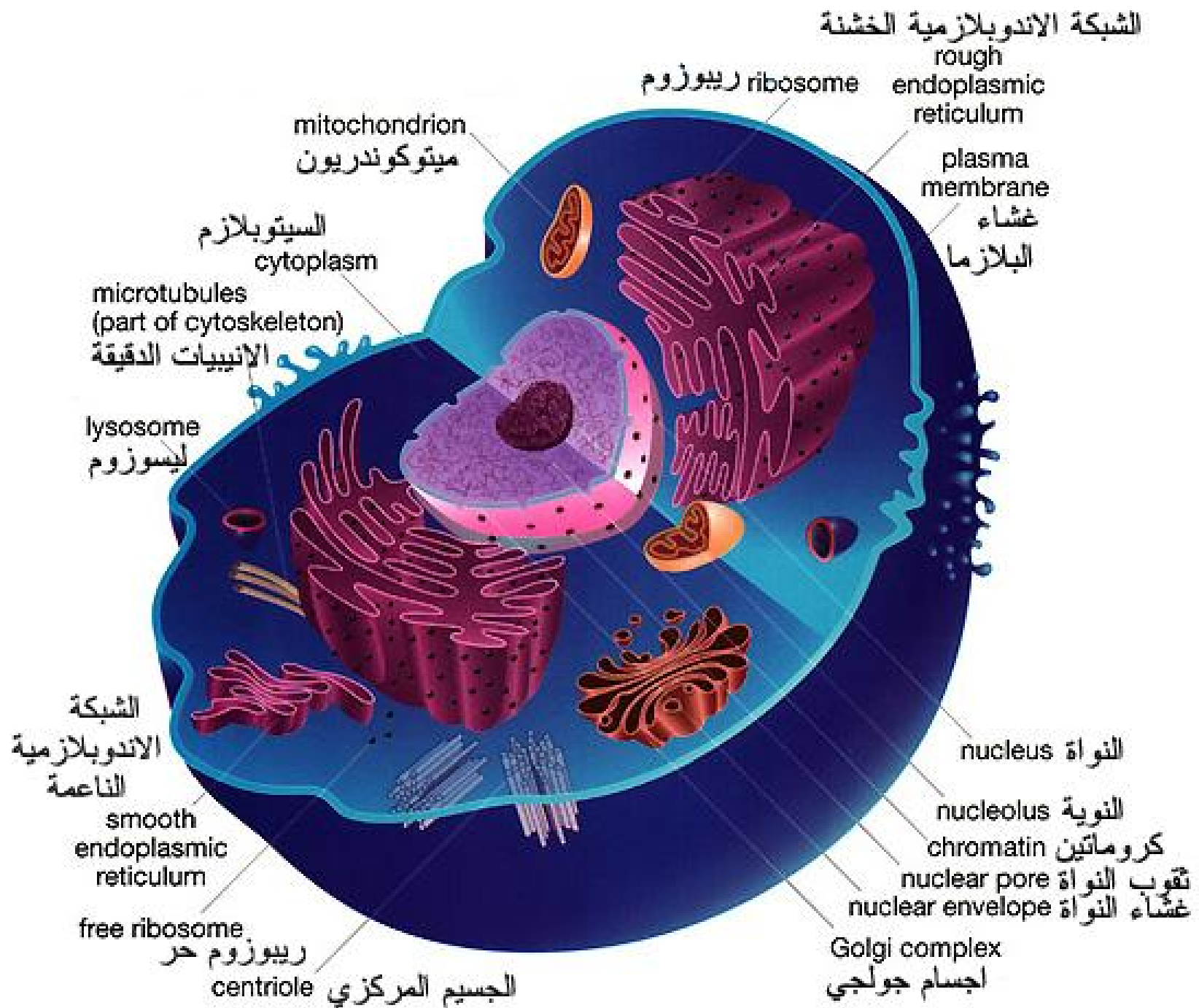
أجزاء الخلية

الهيولي (السيتوبلازم) Cytoplasm:

- يقوم بمعظم وظائف الخلية.
- يختلف تركيبه من خلية الى اخرى.

ينقسم إلى:

- السيتوسول Cytosol وهو الجزء السائل من السيتوبلازم ويحتوي على ماء و جزيئات ذائبة.
- جسيمات\عضيات Organelles.



عضيات الخلية Organelles

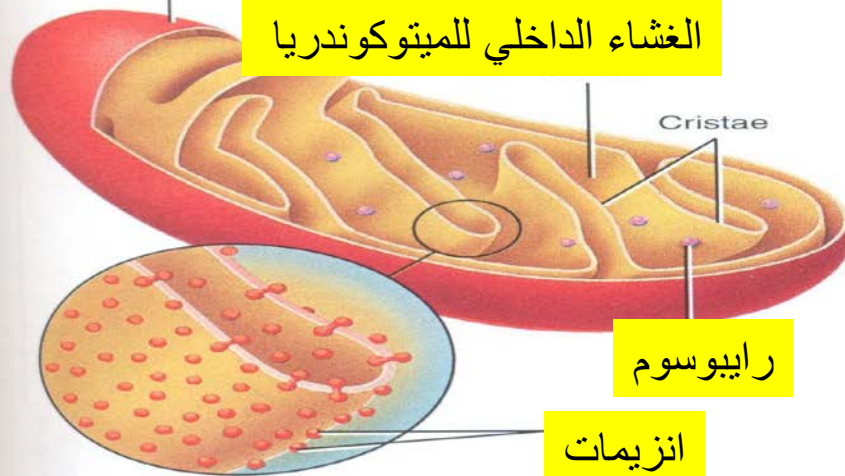
الحبيبات الخيطية Mitochondrion:

- تعتبر بيت الطاقة للخلية.
- شكل عصا طولها ٣ – ٤ ميكرون.
- تحتوي على غشاء مخاطي ثنائي الجدار.
- يتم داخل الميتوكوندريا أكسدة المواد الغذائية.
- يتم تخزين الطاقة من الـ ATP في الغشاء الداخلي للميتوكوندريا.
- تستعمل الـ ATP في بناء المركبات الخلوية ونقل المواد والتقلص وغير ذلك.



الغشاء الخارجي للميتوكوندريا

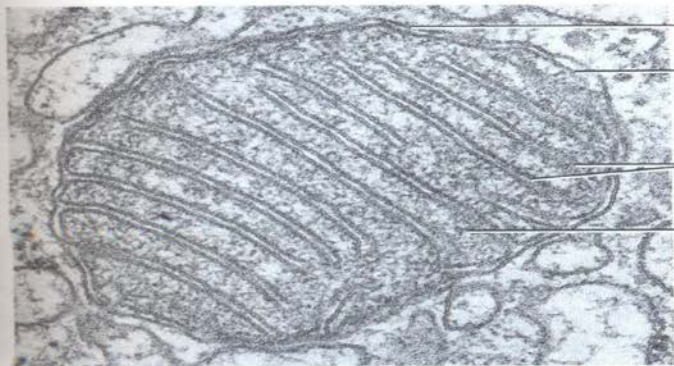
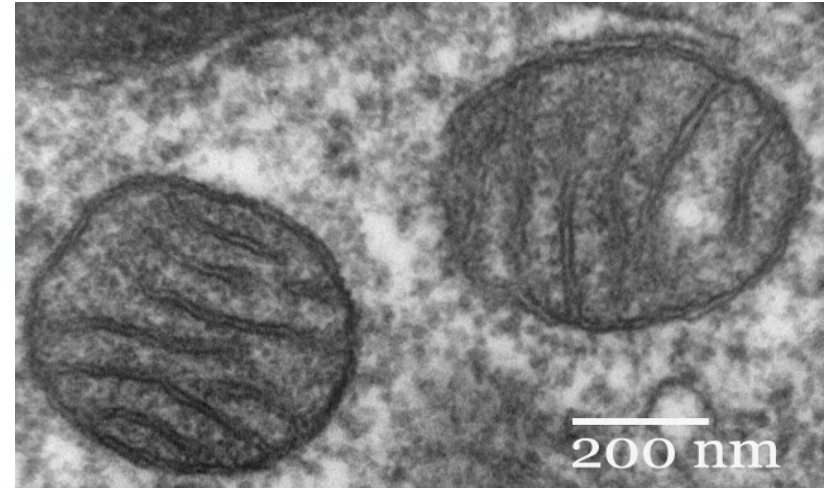
الغشاء الداخلي للميتوكوندريا



رايبوسوم

انزيمات

(a) Details



Outer mitochondrial membrane

Inner mitochondrial membrane

Cristae

Matrix

TEM 50,000x

(b) Transverse section



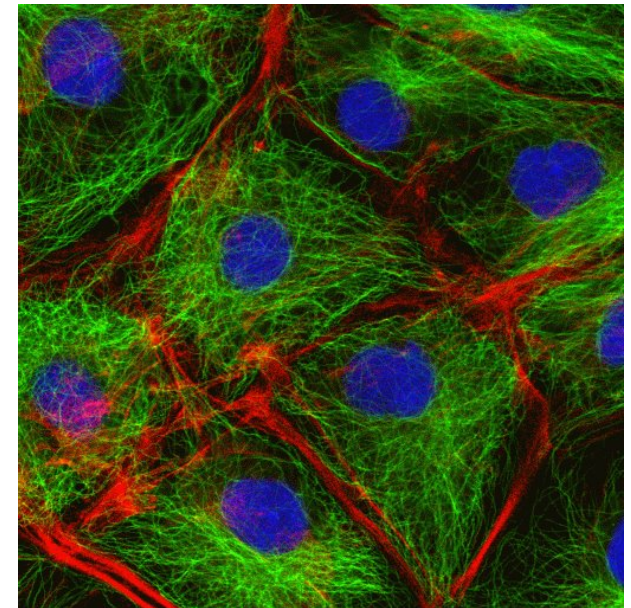
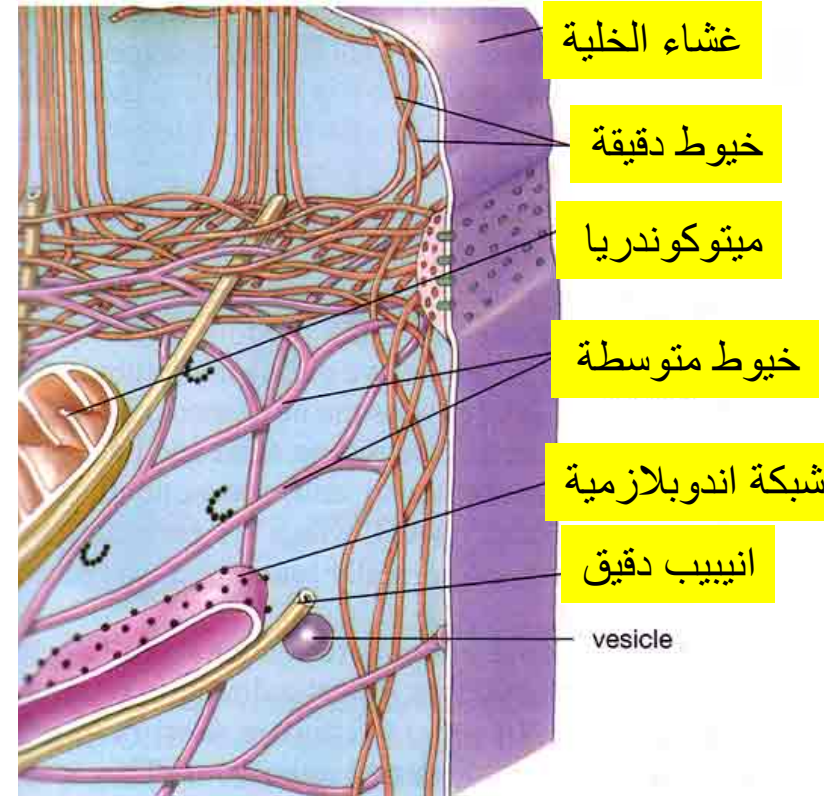
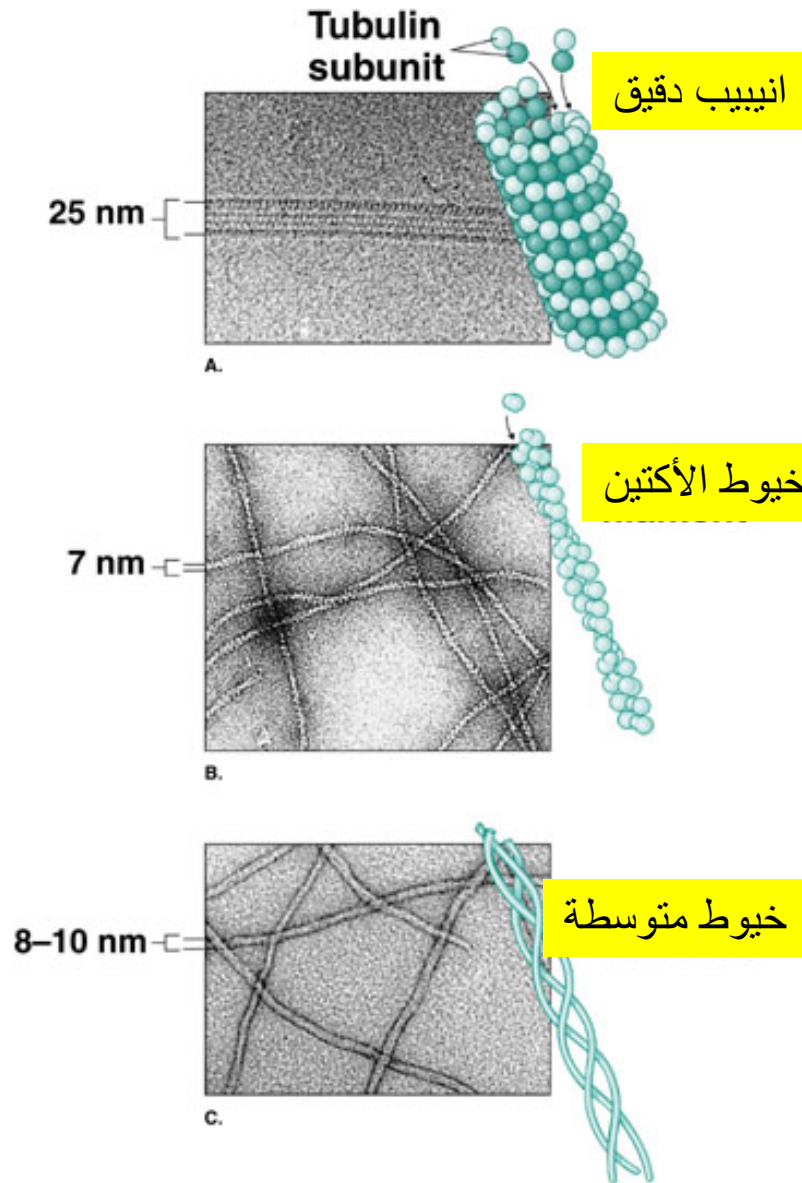
Don Fawcett-Keith Porter/Photo Researchers, Inc.

الهيكـل الخلوي Cytoskeleton:

- عبارة عن دعامة أو هيكل موجود مثل جميع العضيات الأخرى داخل السيتوبلازم .
- يشكل بنية ديناميكية تحافظ على شكل الخلية.
- تمكن بعض الخلايا من الحركة باستخدام السياط (flagella) والأهداب (cilia).
- تلعب دوراً أساسياً في النقل الداخلي الخلوي (حركة الحويصلات ضمن السيتوبلازم وحركة العضيات)
- تلعب دوراً أساسياً في الانقسام الخلوي .

تتقسم بنية الهيكل الخلوي إلى ثلاثة خيوط:

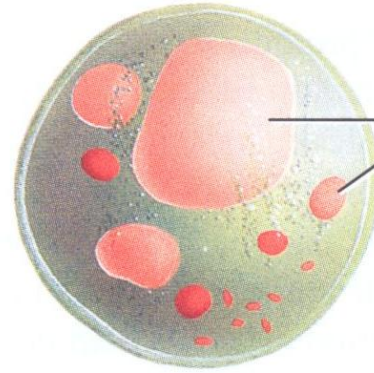
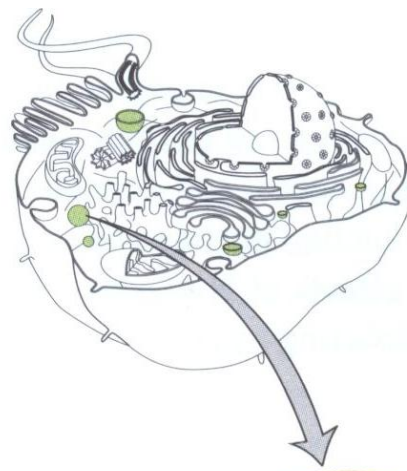
- الأنبيبات الدقيقة Microtubules والتي تلعب دورا أساسيا في النقل الداخلي الخلوي.
- خيوط الأكتين Actin filaments والتي تعمل على تحديد شكل الخلية.
- الخيوط المتوسطة Intermediate filaments والتي تعمل على تدعيم الخلايا والأنسجة.



الجسيمات الحالة :Lysosomes

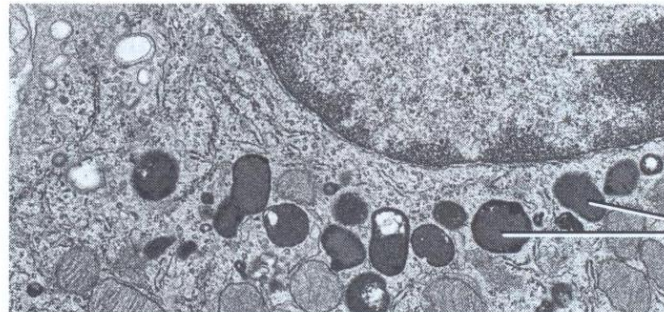
- هي ذات اشكال بيضاوية أو غير منتظمة وتكثر خاصة في كريات الدم البيضاء والخلايا البلعمية.
- تحتوي على خمائر نشطة تستطيع تحليل المركبات الكيماوية المعقدة إلى أبسط منها، ففيها تتم عملية الهضم.
- يمكن أن تعمل على تحليل الخلية نفسها وذلك بإفراز خمائر فعالة تعمل على تحليل أو إذابة غشاء الخلية، وذلك عندما يكون لا بد من استبدال الخلايا القديمة بخلايا جديدة ولهذا يعرف الجسيم الحال بمحفظة الانتحار.

الجسيمات الحالة Lysosomes



انزيمات هضمية

(a) Lysosome



Nucleus

Lysosomes

about 8,000x TEM

(b) Several lysosomes in the cytoplasm

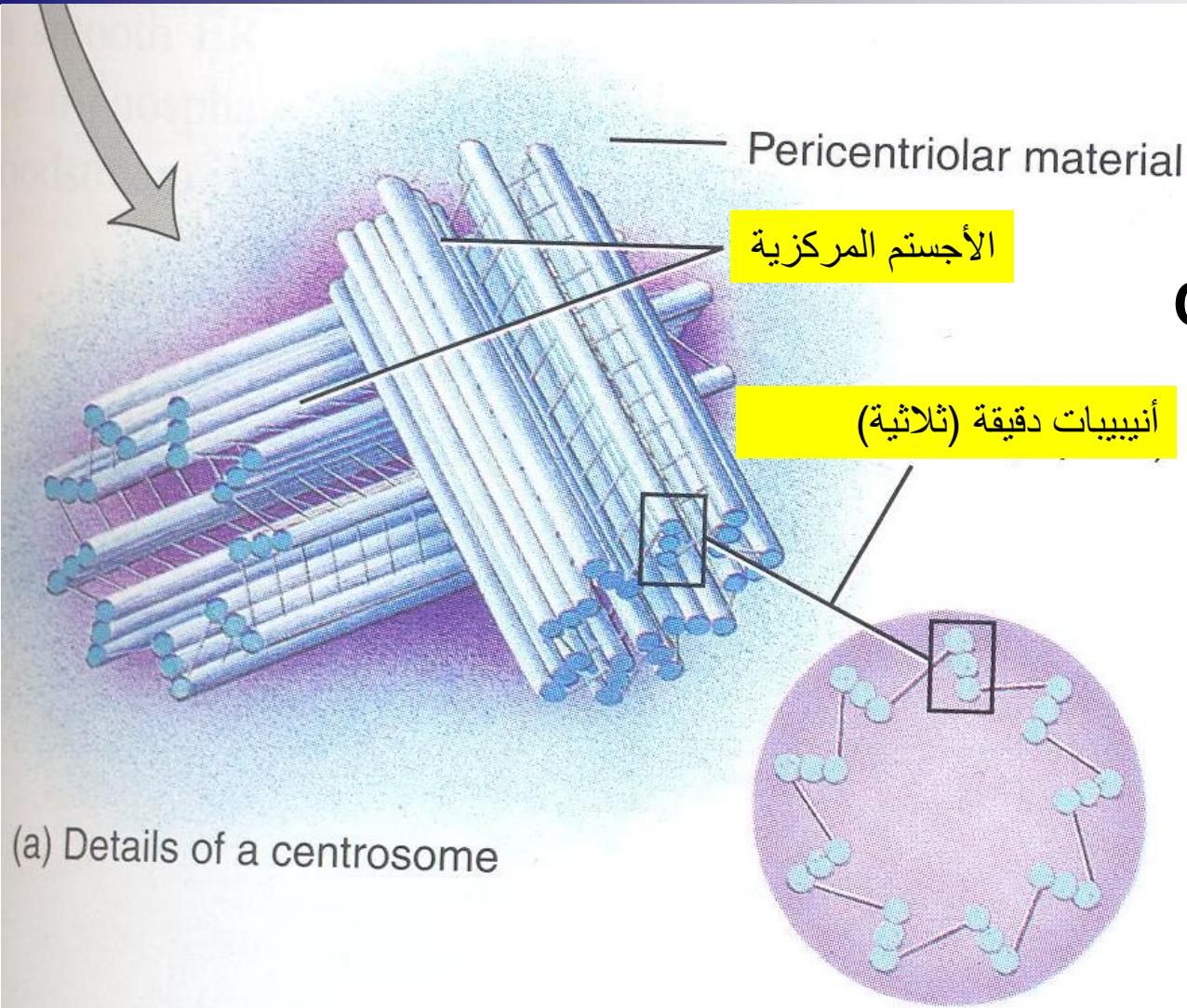
الجسم المركزي Centrosome:

- كما يدل عليه اسمه فإنه يتوضع في مركز الخلية.
- يتألف من جسمين هما Centrioles.
- تلعب دوراً أساسياً أثناء عملية الانقسام الميتوزي Mitosis.

الجسيمات التأكسدية Peroxisomes:

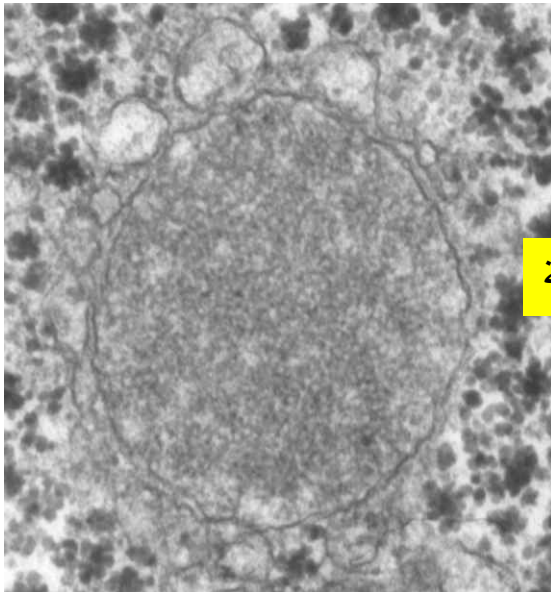
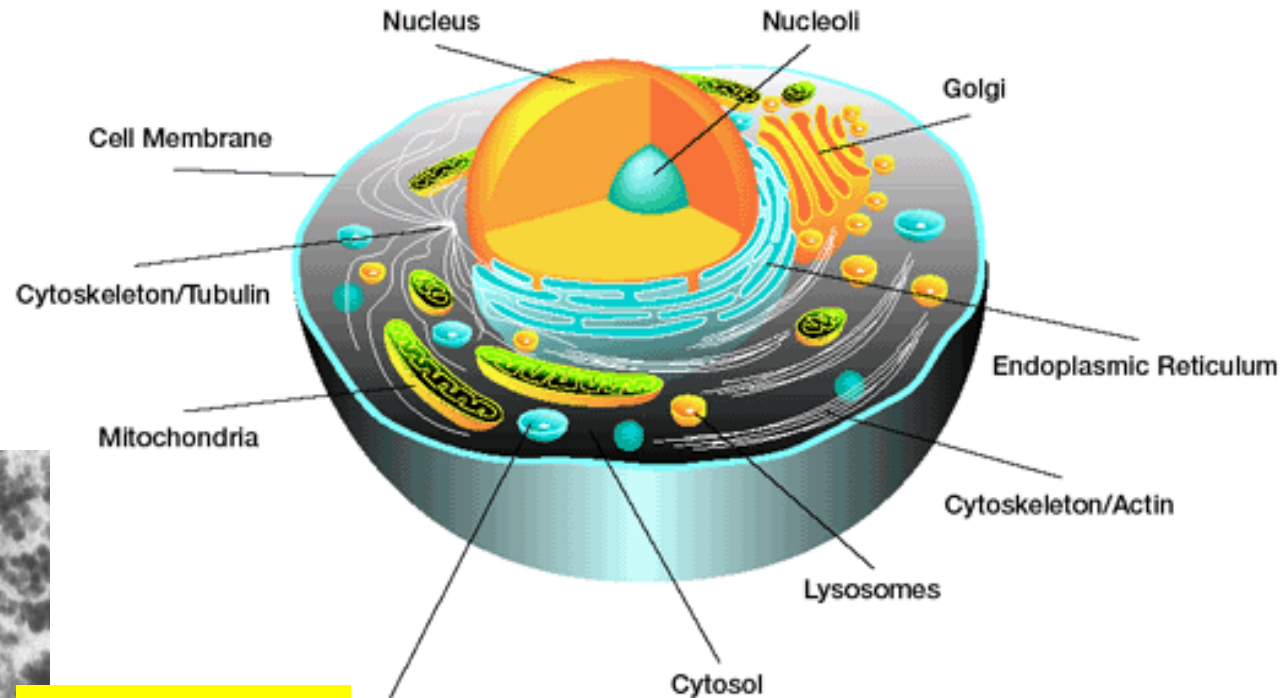
- عضيات خلوية تحوي أنزيمات تتوسط بعمليات الأكسدة.
- ذات أهمية في الكثير من العمليات الحيوية التي تحتاج إلى تفاعلات أكسدة في الخلية.

الجسم المركزي Centrosome

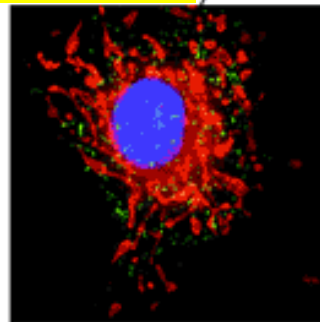


(b) تنظيم الانابيب الدقيقة للجسم المركزي

الجسيمات التأكسدية Peroxisomes



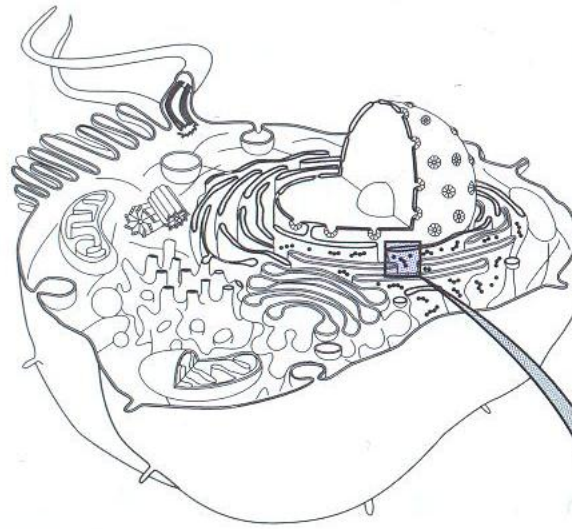
الجسيمات التأكسدية



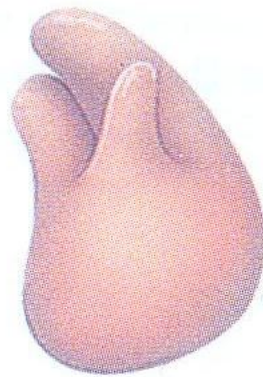
Peroxisomes — Human cells contain several hundred peroxisomes, depicted in this photo as green spheres. Photo courtesy of Molecular Probes.

الريبوزوم Ribosome:

- عبارة عن حبيبات ذات ملمس خشن شكلها شبكي خيطي.
- تنقسم إلى وحدة كبيرة ووحدة صغيرة.
- تلتصق بالسطح الداخلي للغشاء السيتوبلازمي أو على سطح الشبكية الداخلية الخشنة.
- سميت بهذا الاسم (ريبوزوم) لأنها تتألف من اتحاد حمض ريبيونوكلييك مع البروتين (RNA + Protein)
- تلعب دوراً مهماً في صنع وإنتاج البروتينات التي تشكل افرازات الخلية .



الريبوزوم
Ribosome



+



Large subunit

Small subunit

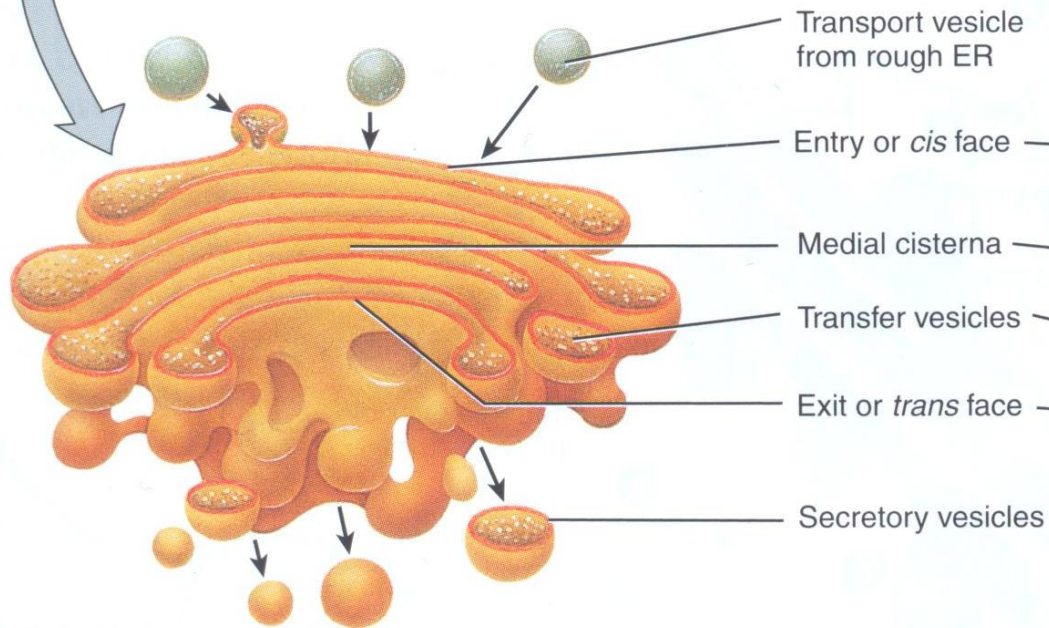
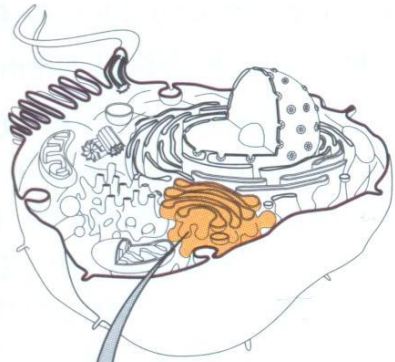
Complete
functional
ribosome

Details of ribosomal subunits

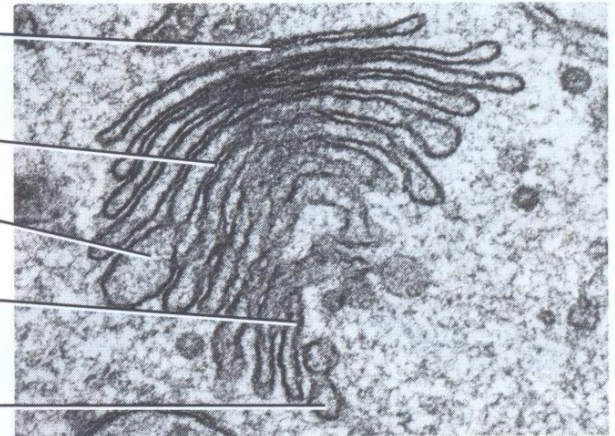
جهاز جولجي Golgi Apparatus:

- سمي باسم العالم الايطالي الذي اكتشفه Camillo Golgi.
- الوظيفة الاساسية هي الافراز و انتاج المواد داخل الخلية.
- يحيط جهاز جولجي بأحد أطراف النواة.
- فجواته السطحية (العلوية) منتفخة ودائرية أما السفلية فمبسطة وناعمة وغشاؤها ثنائي الجدار.

جهاز جولجي Golgi Apparatus



(a) Details



TEM 65,000x

(b) Transverse section

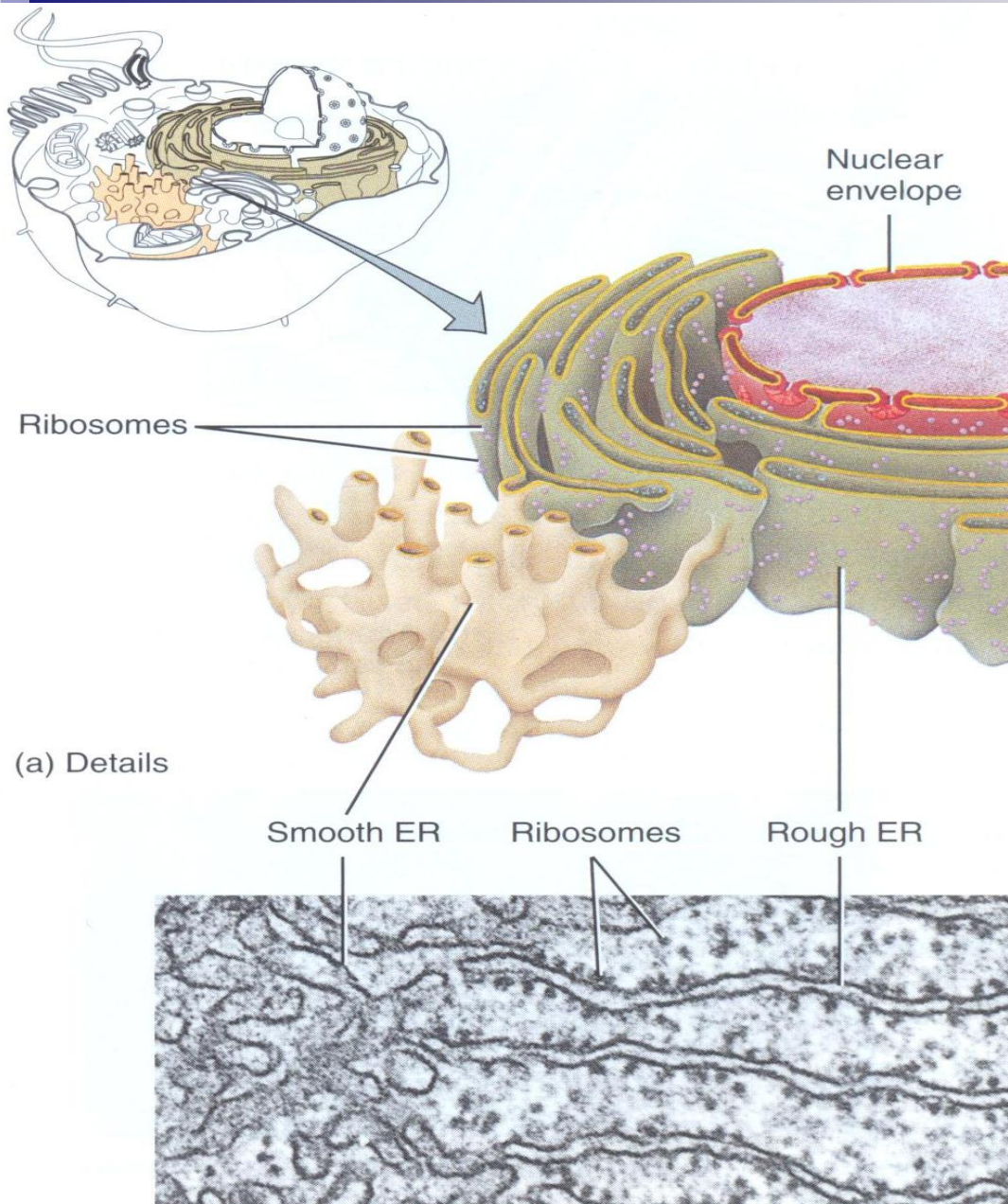
الشبكة الداخلية (الشبكة الاندوبلازمية) Endoplasmic Reticulum:

- عبارة عن انابيب و حويصلات توجد وسط السيتوبلازم.
- غشاؤها متصل بغشاء النواة.
- تعتبر الشبكة جهاز نقل داخلي يعمل على:
- تسهيل حركة المواد من جهة إلى أخرى داخل الخلية.
- فصل ونقل البروتينات التي صنعتها الريبوزومات.

تنقسم الشبكة الداخلية الى:

- الشبكة الاندوبلازمية الخشنة وتسمى خشنة نظراً لتوضع الريبوزومات على سطح الشبكة.
- الشبكة الاندوبلازمية الناعمة والتي تقوم بصنع الدهون والهرمونات الستيرويدية Steroids وتخزين ال Ca وازالة السممة detoxification.

الشبكة الاندوبلازمية الداخلية Endoplasmic Reticulum



Ribosomes

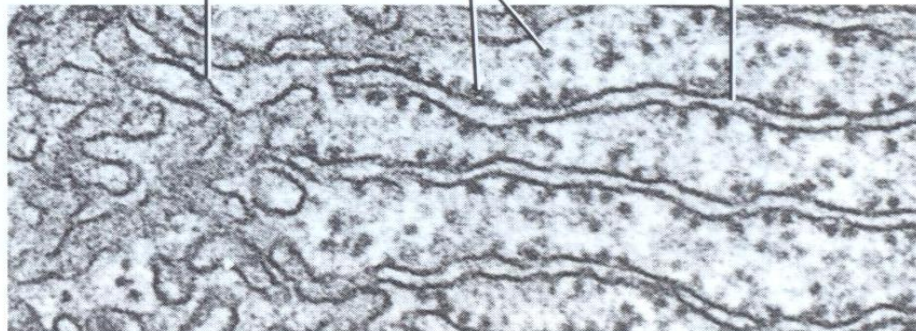
Nuclear envelope

(a) Details

Smooth ER

Ribosomes

Rough ER



TEM 45,000x

(b) Transverse section

النواة Nucleus:

- تحتوي كل خلية على نواة توجد وسط السيتوبلازم.
- تختلف النواة في الحجم والشكل والموضع من خلية لأخرى وهي تحتوي على النوية والجينات والسائل النووي والغلاف النووي.

النوية Nucleolus:

- قد تحتوي النواة على أكثر من نوية واحدة.
- عبارة عن مجموعة من الخيوط الدقيقة ذات شكل دائري.
- ليس لها غشاء يحيط بها.
- تحتوي النوية على كمية كبيرة من RNA وتلعب دور أساسي في إنتاج الرايبوزومات وبالتالي تنظيم إنتاج البروتينات.
- تسبح النوية وسط السائل النووي.

الجينات genes:

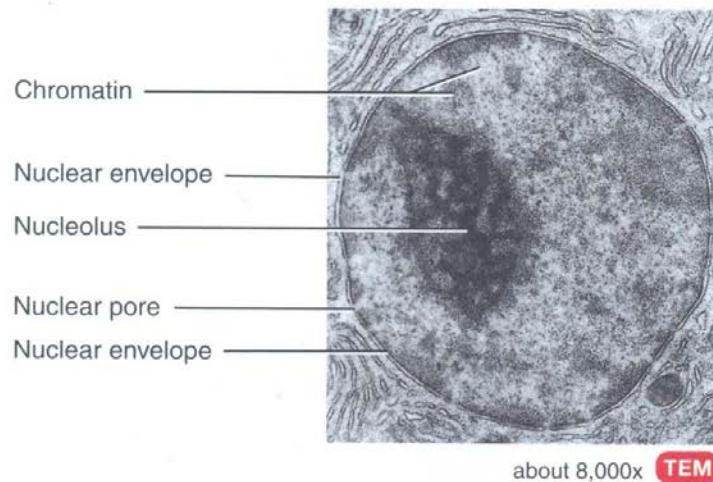
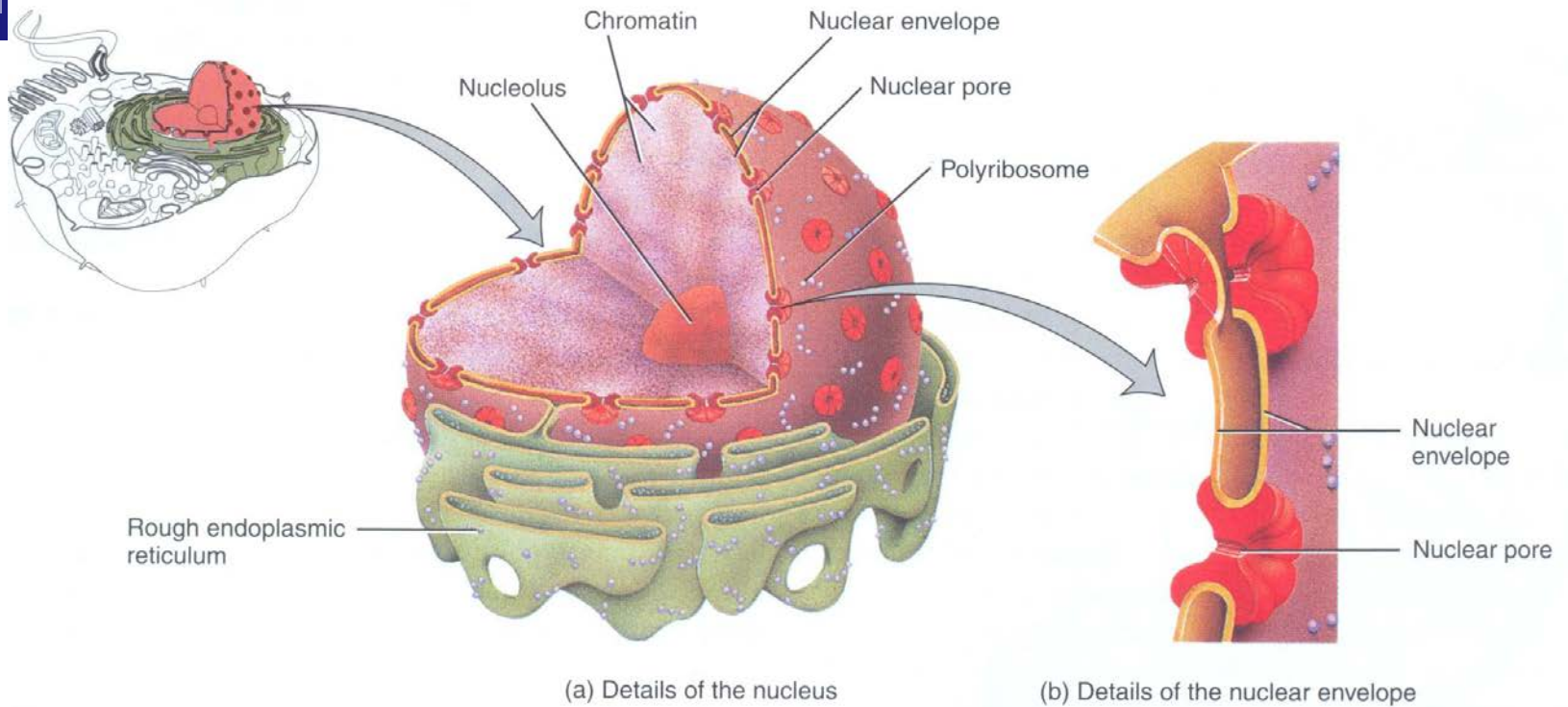
➤ الوحدة الوظيفية للجينات هي الحمض النووي الرايبوزي منزوع الأكسجين (دنا DNA) والحمض النووي الرايبوزي (رنا RNA)، وتكون موجودة في شكل بروتينات نووية Nucleoprotein.

السائل النووي Nuclear Fluid:

- يتكون من مواد بروتينية ولا شكل له ويملاً وسط النواة حيث تسبح فيه المكونات النووية.
- يلعب دور أساسي في تهيئة المحيط أو الوسط المناسب لمكونات النواة وفي توفير المواد الغذائية اللازمة لها.

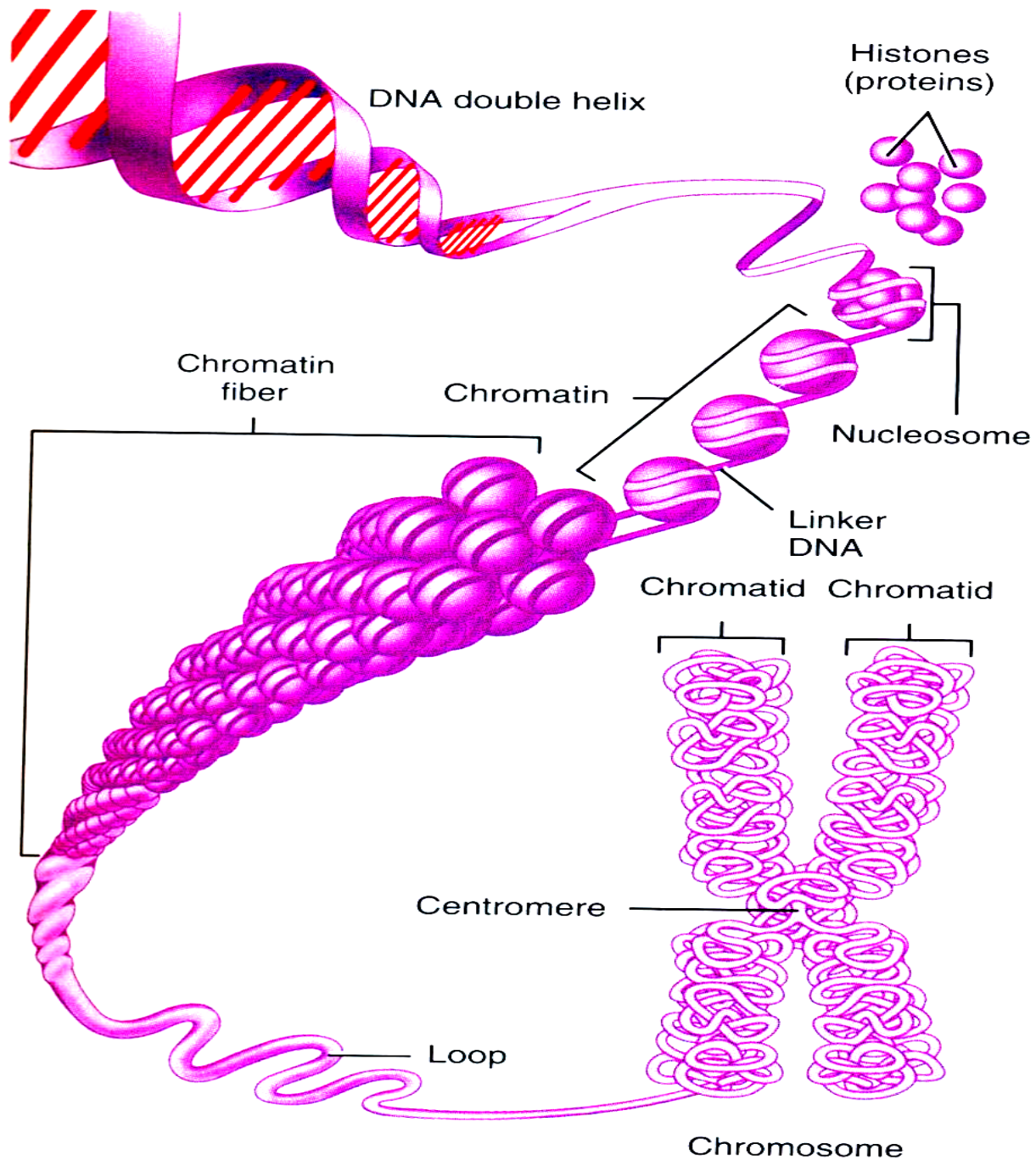
الغلاف النووي Nuclear Envelope:

- غلاف يتكون من طبقتين من الأغشية يتراوح عرضه ما بين ١٠ – ٣٠ نانو متر.
- يحتوي على فتحات وثقوب صغيرة على إتصال بالشبكة الإندوبلازمية الخشنة.



(c) Transverse section of the nucleus

النواة Nucleus



وظائف الخلية وخواصها

الاستقلاب أو التطور الخلوي:

- تتعرض الاغذية الداخلة إلى الخلية لسلسلة من التغيرات تحيلها إلى عناصر مماثلة لبناء البروتوبلازم.
- تعتمد الخلية إلى هدم بعض عناصرها للحصول على الطاقة وينتج عن ذلك فضلات تطرحها الخلية.
- يطلق على التبدلات الكيماوية التي تحدث أثناء عمليتي البناء والهدم اسم الاستقلاب Metabolism.

التنفس والتخمير:

- ويعني اكسدة المواد الغذائية داخل الخلية وينتج عن ذلك توليد طاقة حرارية.
- عندما يتعذر وصول الاوكسجين تلجأ الخلايا لتوليد القدرة عن طريق تخمير الكربوهيدرات، وينتج عن ذلك حمض اللبن وحمض الكربونيك والكحول .

الافراز:

- تفرز الخلايا مواد عضوية مثل الهرمونات واللعاب والخمائر.

الامتصاص:

➤ مقدرة الخلايا على ادخال عناصر أو مواد منحلة إلى باطنها.
قابلية الاثارة:

➤ إمكانية استجابة الخلايا عند تنبيهها بمنبه فيزيائي أو كيميائي.
قابلية النقل:

➤ قدرة الخلية على نقل التنبيه الحادث من مكان حدوثه إلى مكان آخر.

➤ تظهر هذه الخاصية بوضوح في الخلايا العصبية.
الحركة:

➤ حركة داخلية وهي حركات جزيئاتها الحية وغير الحية والنواة والنوية والتغصنات والأهداب والسيوط.

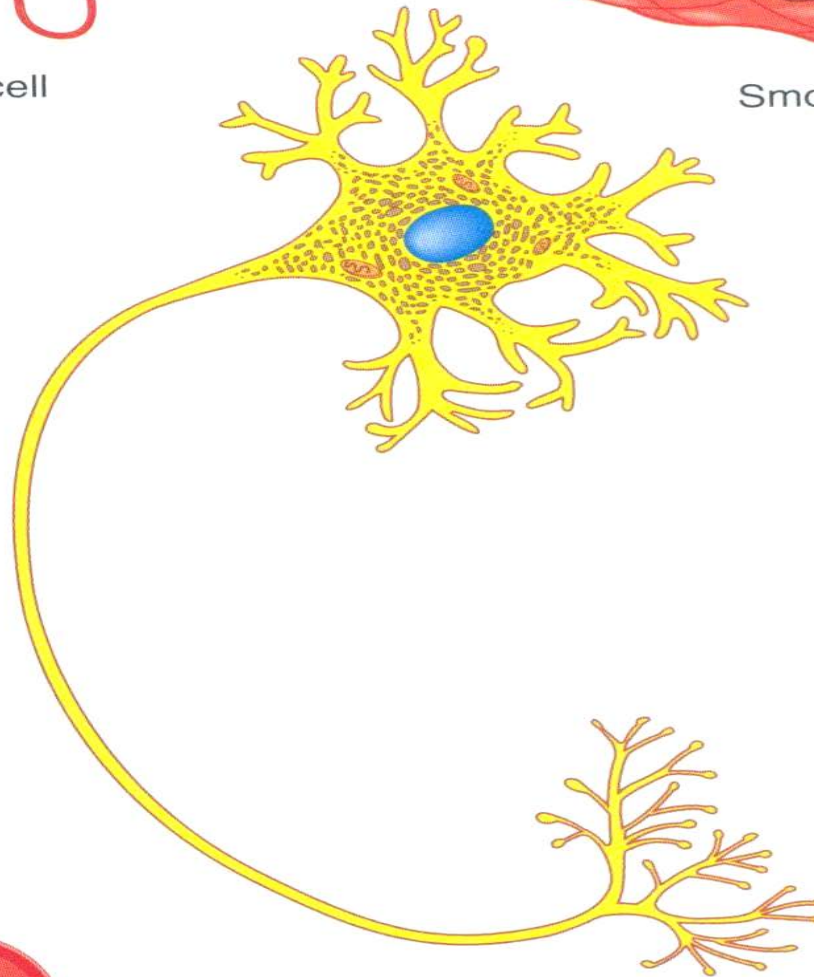
➤ حركة خارجية وهي تغير الخلية لمكانها مثل حركة النطاف والبويضات .



Sperm cell



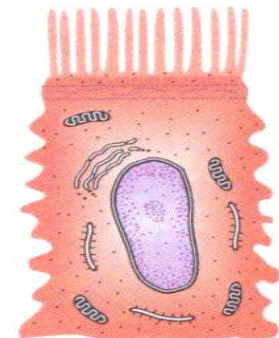
Smooth muscle cell



Nerve cell



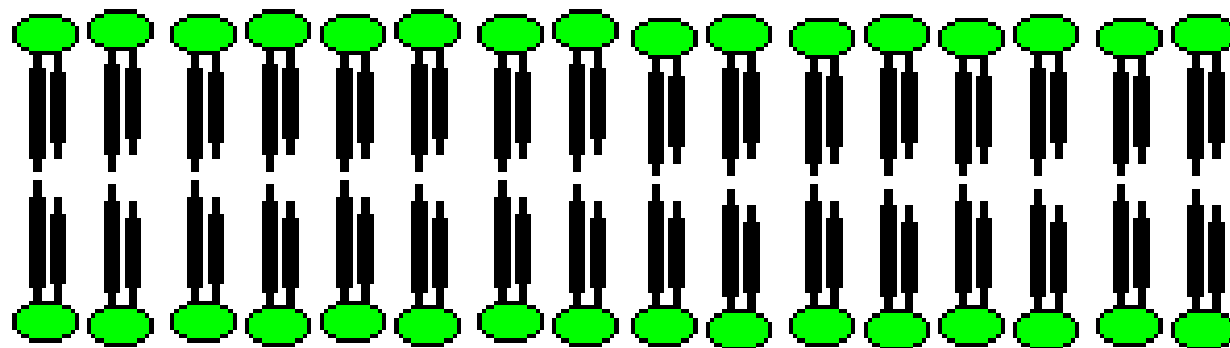
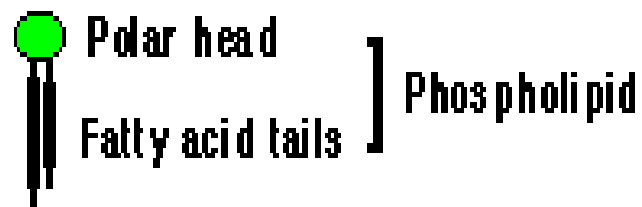
Red blood cell



Epithelial cell

تركيب ووظائف غشاء الخلية

- أغشية الخلية تتكون من طبقتين من الشحوم الفوسفورية
Phospholipids bilayers.
- غشاء الخلية يعمل كحائل Barrier ممانع لمرور الجزيئات
من وإلى داخل الخلية.
- الشحوم الفوسفورية تتكون من أحماض دهنية وجلسرول
بالإضافة إلى جزيئات محبة للماء مثل الكولين والفوسفات.
نجد أيضا الكولسترول كمكون دهني يعمل على استقرار
الغشاء.



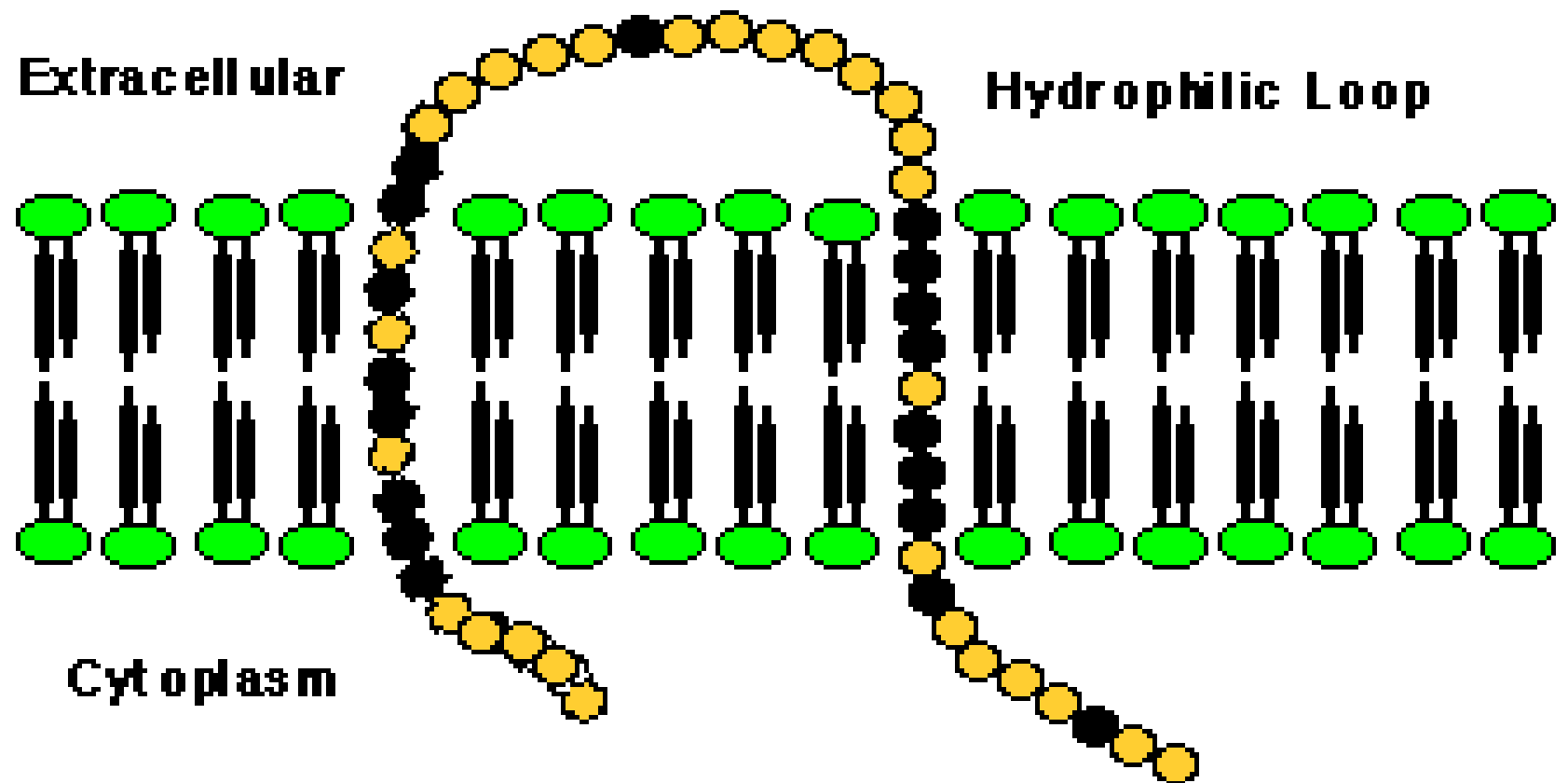
Hydrophilic heads
on outside



Hydrophobic
tails packed
together in center
of bilayer

➤ يدخل البروتين أيضا كمكون لغشاء الخلية، و يكون الجزء الذي يخترق الغشاء منه Integral protein كارها للماء Hydrophobic، فيما يكون الجزء الطرفي Peripheral protein منه محبا للماء Hydrophilic.

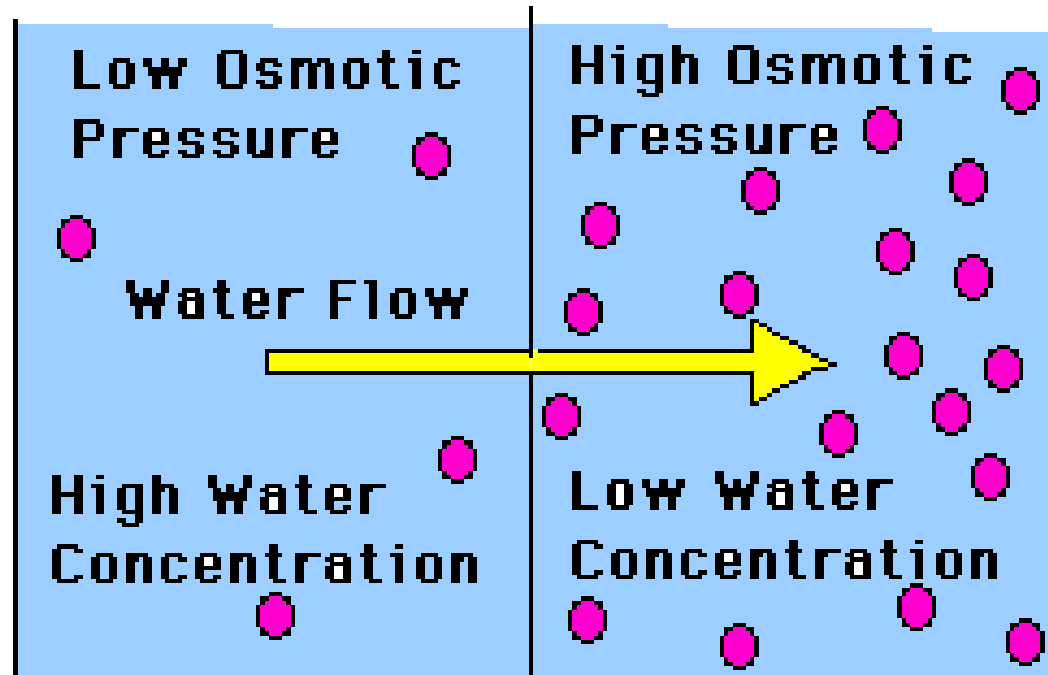
➤ تعمل بروتينات الغشاء كمستقبلات للهورمونات Receptors، كناقل Carrier للمواد عبر الغشاء، كقناة لايونات Ions Channel، كرابط للخلايا مع ما حولها وكأنتيجينات.



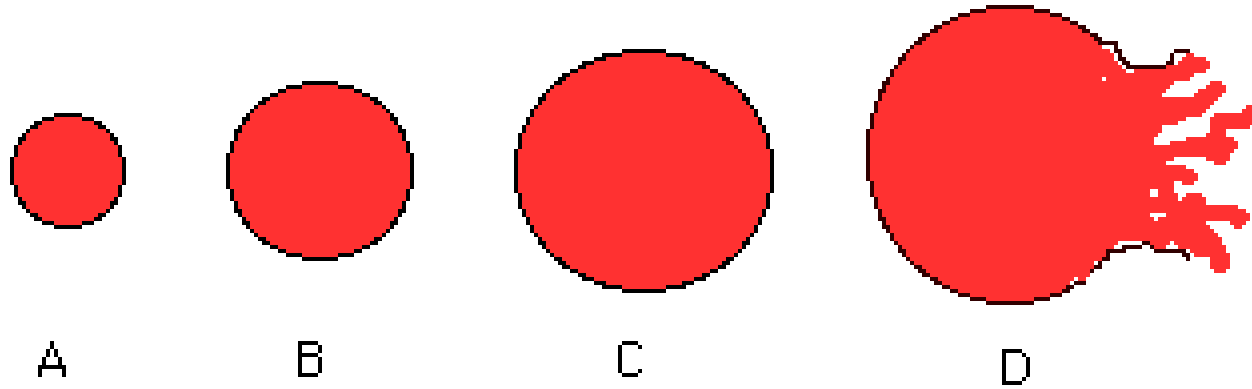
آليات النقل عبر غشاء الخلية

- يتم النقل عبر غشاء الخلية من دون وسيط Non mediated او بواسطة وسيط Mediated .
- النقل من دون وسيط يشمل الانتشار Diffusion والنقل الأسموزي Osmosis.
- النقل بالانتشار يكون في اتجاه التركيز (من التركيز الأعلى الى التركيز الأقل). الانتشار البسيط عبر غشاء الخلية يعرف بنفاذية الغشاء للمواد Permeability.
- المواد الكارهة للماء (الذائبة في الدهون) تنفذ اسرع عبر الغشاء مقارنة بالمواد المحبة للماء (الذائبة في الماء).
- النقل بواسطة الانتشار لا يكلف طاقة.

➤ النقل الأسموزى عبر الغشاء هو حركة الماء من الضغط الأوسموزى المنخفض (محلول منخفض التركيز) الى الضغط الأسموزى العالى (محلول عالى التركيز)، وهذه هى الآلية الأساسية التى تحكم حركة الماء فى الجسم.

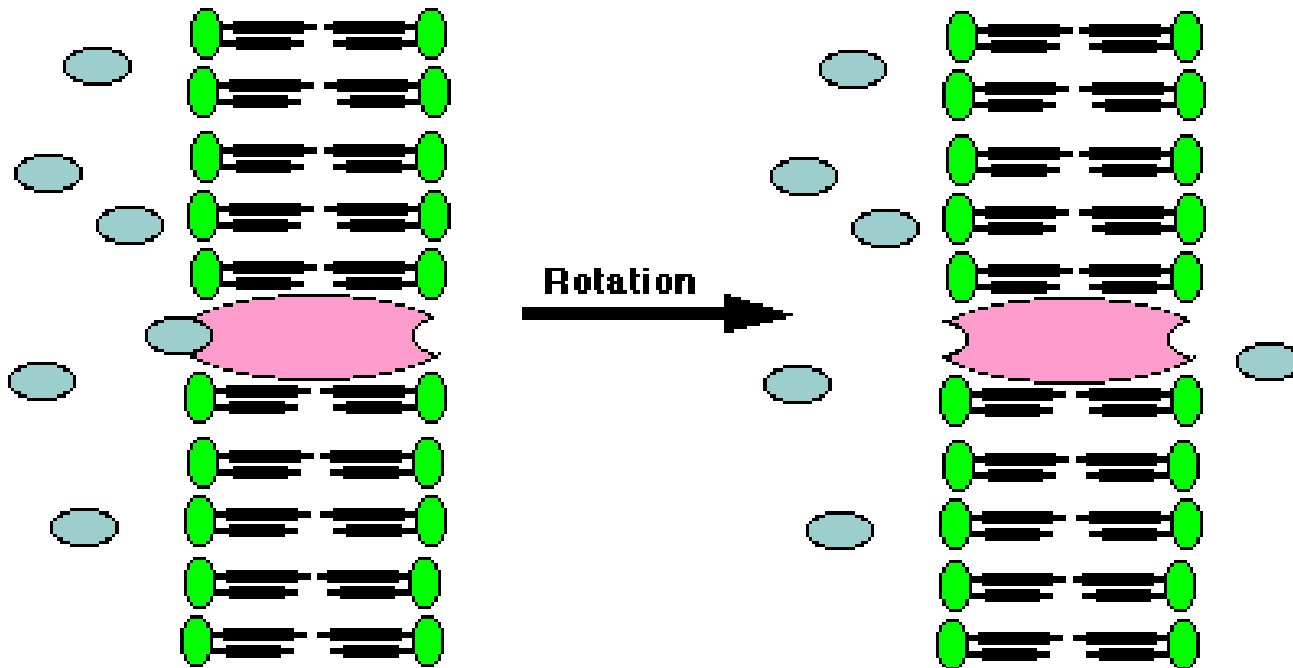


➤ الخلايا تنتفخ اذا كان المحلول المحيط ناقص التوتر
Hypotonic وتتكشف اذا كان المحلول عالي التوتر
Hypertonic، لذا يجب ان يكون السائل الخلالي اسوى
التوتر Isotonic.



➤ النقل بوسيط يشمل النقل الميسر Facilitated والنقل النشط Active.

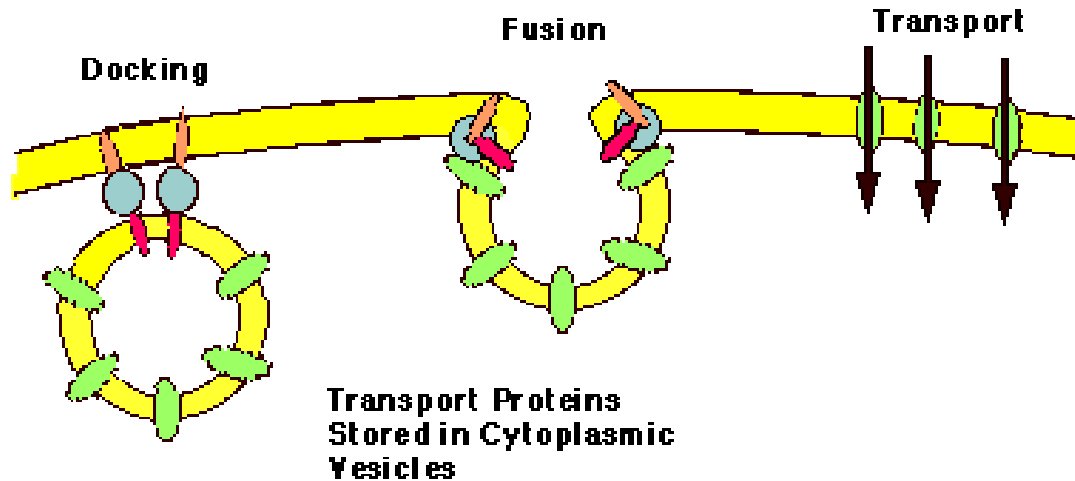
➤ النقل الميسر يتم في اتجاه التركيز ولكن يحتاج الى حامل بروتيني Carrier protein ولا يتم فيه استهلاك للطاقة. مثال لذلك نقل الجلوكوز والأحماض الأمينية.



➤ النقل النشط الاساسى Primary active transport عبر غشاء الخلية يتم بواسطة مضخة pump ويتم فيه نقل المواد ضد التركيز Uphill باستخدام طاقة ATP، مثال لذلك مضخة الصوديوم والبوتاسيوم Na/K-ATPase والتي توجد فى معظم الخلايا.

➤ النقل النشط الثانوى Secondary active يتم فيه نقل المواد فى اتجاه التركيز بواسطة حامل بروتينى بمساعدة فرق التركيز فى أيونات الصوديوم، والتي تنشأ بفعل مضخة الصوديوم والبوتاسيوم. يجب ملاحظة انه لا يتم فى هذه الحالة استخدام مباشر للطاقة.

- تتحكم الخلية فى نفاذية الغشاء باضافة أو حذف نواقل بروتينية للغشاء.
- عادة ما تكون النواقل البروتينية مخزونة فى صورة حويصلات داخل الخلية ويتم نقلها الى الغشاء أو انتاج المزيد منها حسب الحاجة.
- تتحكم الهرمونات فى عمليات النقل عبر غشاء الخلية بهذه الطريقة.



التشرب الخلوي (الإحتساء) :Endocytosis

➤ هذا النوع من النقل عبر غشاء الخلية يتم فيه انبعاج الغشاء الى الداخل مكونا حوصلة Vesicles تحتوى على سائل خلاى.

➤ يتم عن طريقه أخذ الجزيئات الكبيرة Macromolecules مثل البروتينات الى داخل الخلية حيث غالبا ما يتم هضمها بواسطة اللايسوزومات Lysosomes.

➤ طرح الجزيئات الكبيرة الى خارج الخلية بهذه الألية تعرف بالالتفاف الخلوي Exocytosis.

مقارنة الانتشار البسيط، النقل الميسر والنقل النشط

النقل النشط	النقل الميسر	الانتشار البسيط	الخاصية
Yes	Yes	No	يحتاج الى بروتين ناقل
Yes	Yes	No	عالي الاختيارية
Yes	Yes	No	يحدث تشبع لعملية النقل
Yes	Yes	No	يمكن تثبيطه
Yes	Yes	No	ينظم هورمونياً
Yes	No	No	نقل ضد التركيز
Yes	No	No	يحتاج طاقة ATP



The Tissues

الأنسجة

المقدمة

علم الأنسجة Histology:

➤ علم يختص بدراسة الأنسجة المختلفة في الجسم.

النسيج Tissue:

➤ مجموعة من الخلايا لها نفس الشكل والوظيفة.

➤ يبدأ انقسام الخلايا أثناء نمو اللاقحة ثم تتطور إلى الطبقات الجنينية الثلاث (الطبقة الخارجية والداخلية والوسطى).

➤ تبدأ علمية التمايز في الخلايا حيث تخصص كل مجموعة متشابهة ومترابطة من الخلايا في تادية وظائف محددة وبذلك تتكون الأنسجة.

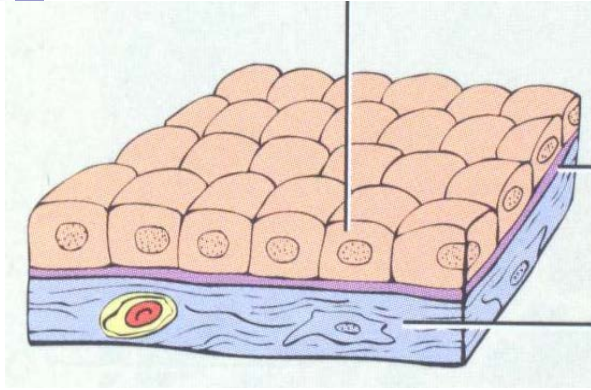


Figure 4-1. Derivation of the primary embryonic germ layers from the blastocyst. The inner cell mass (ICM) gives rise to the embryo and the three germ layers (endoderm, mesoderm and ectoderm) will develop into various organs.

أنواع الأنسجة في جسم الحيوان

مهما تنوعت الحيوانات واختلفت في أشكالها وأحجامها إلا أن أنسجتها تقع ضمن أربعة أنواع تصنف حسب التركيب والوظيفة إلى:

- الأنسجة الطلائية The Epithelial Tissue
- الأنسجة الضامة The Connective Tissue
- الأنسجة العضلية The Muscular Tissue
- الأنسجة العصبية The Neural Tissue



الأنسجة الطلائية

- تغطي هذه الانسجة الجسم كله.
- تبطن فتحاته وتجاويفه وتؤدي وظائف هامة.
- تنشأ الأنسجة الطلائية من أي من الطبقات الجنينية الثلاث.
- خلاياها متلاصقة.
- تخلو من الأوعية الدموية والليمفاوية.
- تتركز خلاياها على طبقة رقيقة من النسيج الضام تسمى الغشاء القاعدي.

أنواع الأنسجة الطلائية

تقسم الأنسجة الطلائية حسب عدد طبقات خلاياها أو أشكالها أو وظيفتها إلى أنواع عدة هي:

١- الأنسجة الطلائية البسيطة: ٢- الأنسجة الطلائية الطبقة:

- نسيج طلائي بسيط حرشفي
- نسيج طلائي بسيط مكعب
- نسيج طلائي بسيط عمودي
- نسيج طلائي بسيط مهدب
- نسيج طلائي طبقي حرشفي
- نسيج طلائي طبقي مكعب
- نسيج طلائي طبقي عمودي
- نسيج طلائي طبقي كاذب
- نسيج طلائي طبقي انتقالي

٣- الأنسجة الطلائية الغدية.

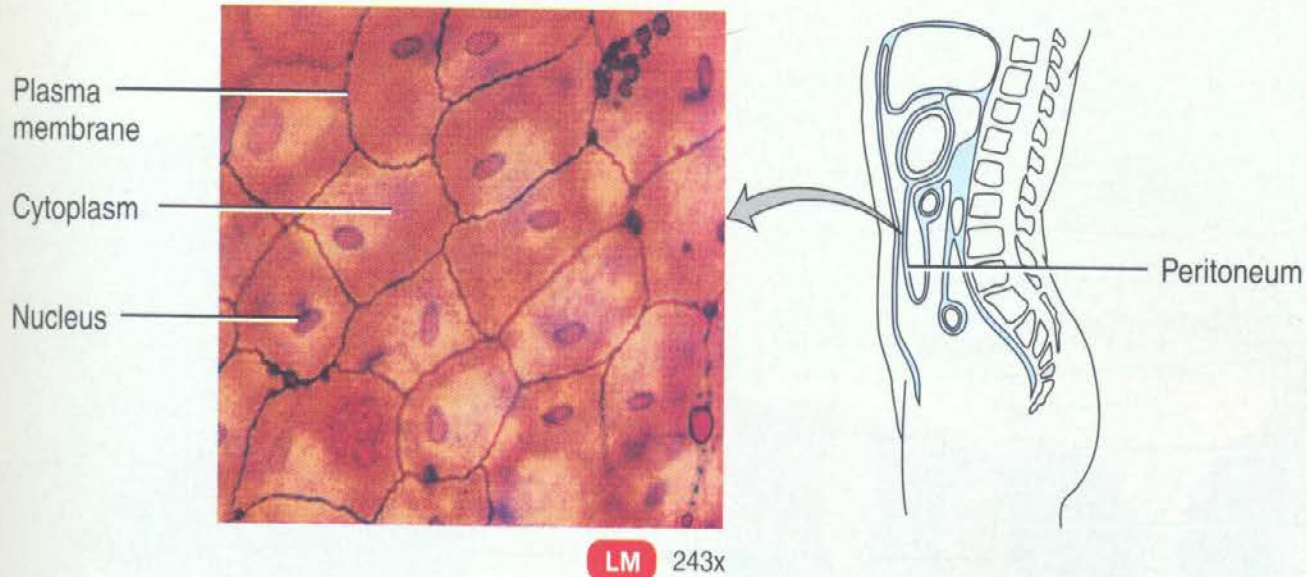
النسيج الطلائي	شكل الخلايا	مثال عليه
طلائي بسيط حرشفي	شكل الخلايا غير منتظمة الشكل	بطانة الأوعية الدموية محفظة بومان في الكلية الحويصلات الهوائية في الرئتين
طلائي بسيط مكعب	مكعبة الشكل	في الغدد (اللعابية والعرقية)
طلائي بسيط عمودي	مستطيلة الشكل عمودية	قنوات الغدد المعدة الأمعاء
طلائي بسيط مهدب	مستطيلة عمودية لها زوائد في الحافة الحرة منها	القناة التنفسية

A. Simple squamous epithelium

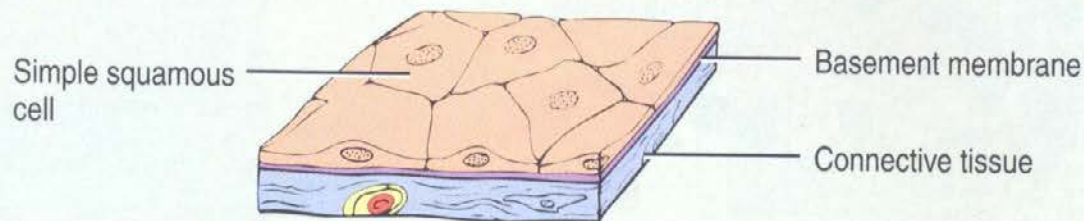
Description: Single layer of flat cells; centrally located nucleus.

Location: Lines heart, blood vessels, lymphatic vessels, air sacs of lungs, glomerular (Bowman's) capsule of kidneys, and inner surface of the tympanic membrane (eardrum); forms epithelial layer of serous membranes, such as the peritoneum.

Function: Filtration, diffusion, osmosis, and secretion in serous membranes.



Surface view of simple squamous epithelium of mesothelial lining of peritoneum



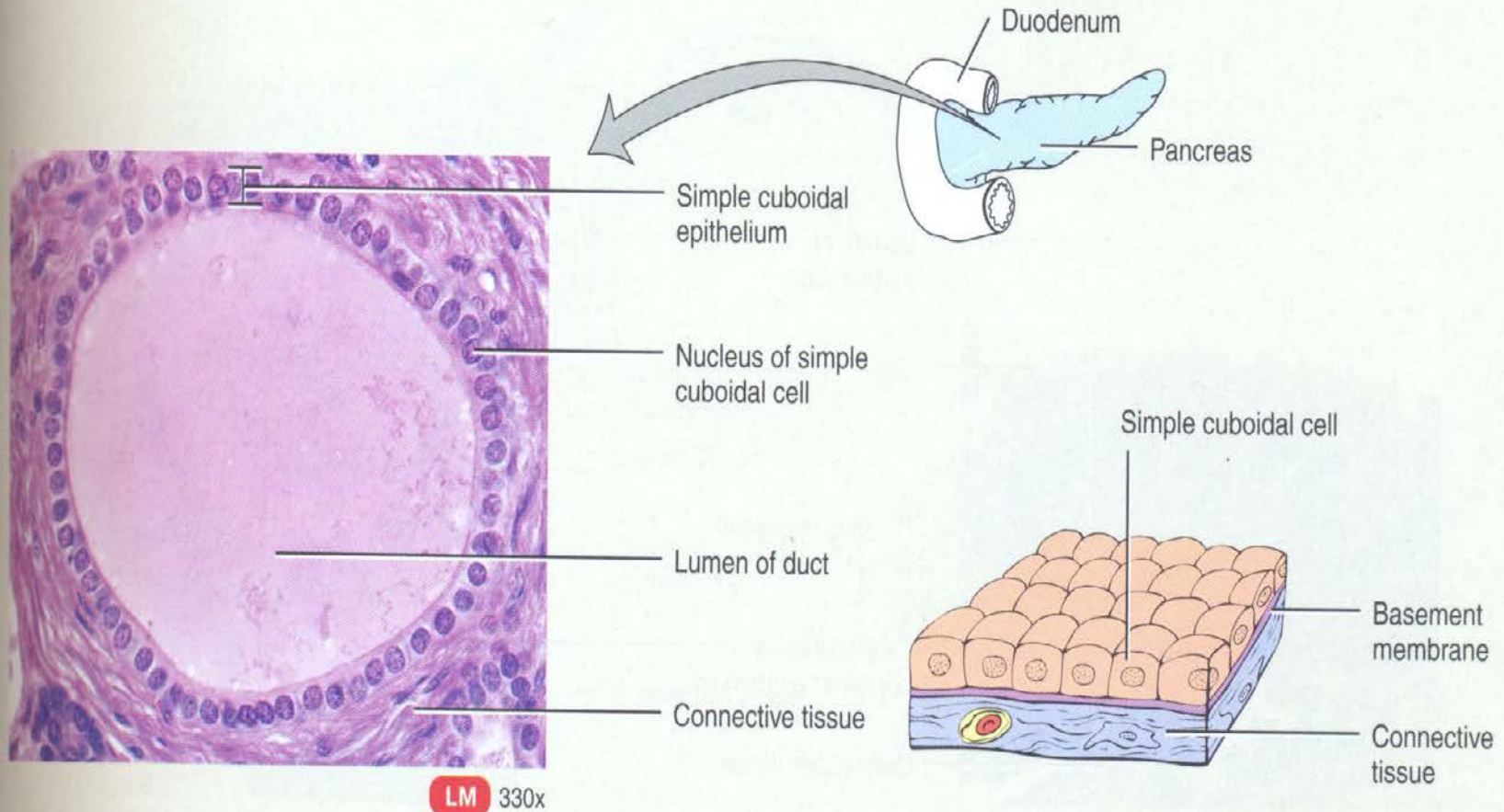
طلائي بسيط حرشفي

B. Simple cuboidal epithelium

Description: Single layer of cube-shaped cells; centrally located nucleus.

Location: Covers surface of ovary, lines anterior surface of capsule of the lens of the eye, forms the pigmented epithelium at the back of the eye, lines kidney tubules and smaller ducts of many glands, and makes up the secreting portion of some glands such as the thyroid gland and the ducts of some glands such as the pancreas.

Function: Secretion and absorption.



Sectional view of simple cuboidal epithelium of intralobular duct of pancreas

طلائي بسيط مكعب

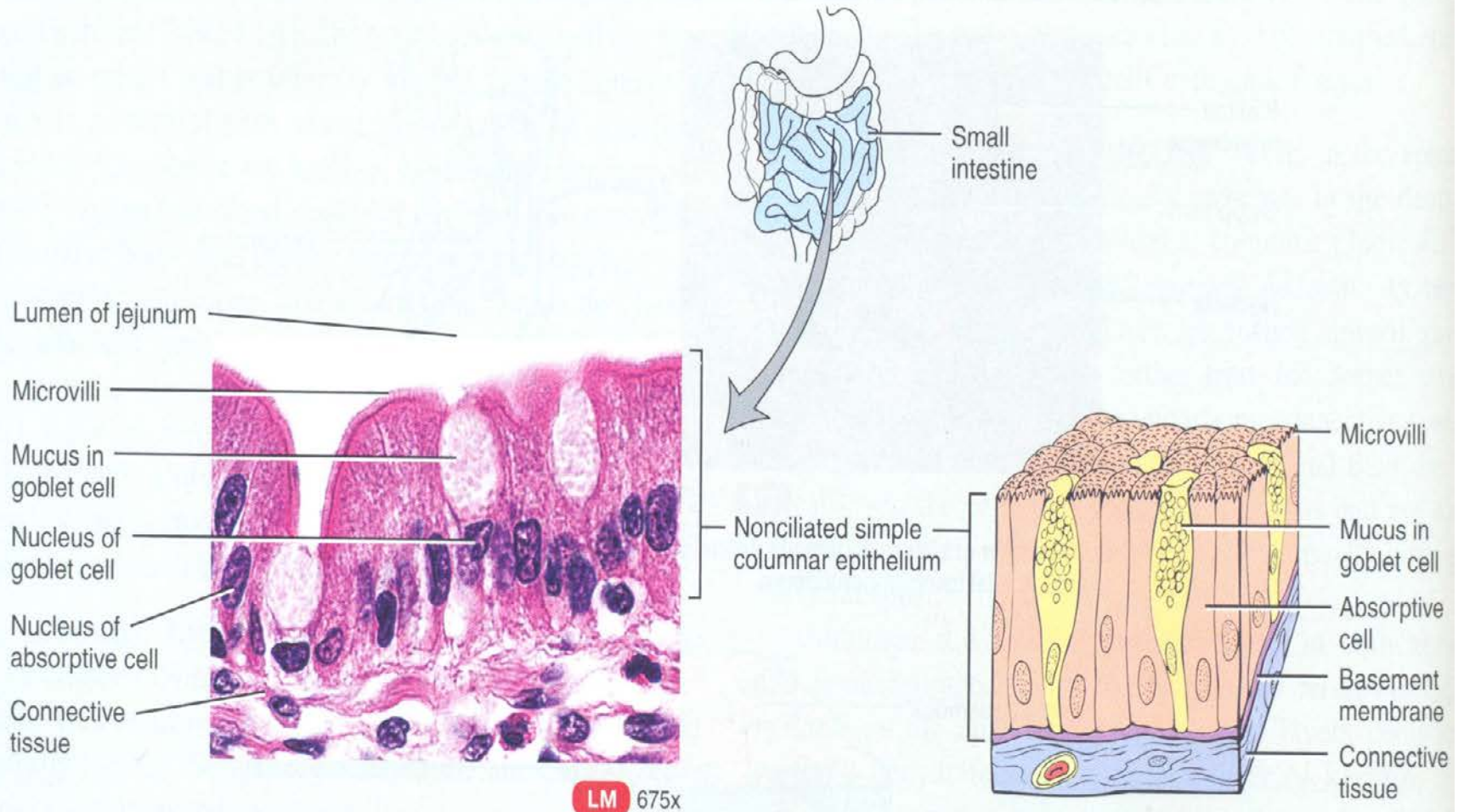
(continues)

C. Nonciliated simple columnar epithelium

Description: Single layer of nonciliated rectangular cells with nuclei near base of cells; contains goblet cells and cells with microvilli in some locations.

Location: Lines the gastrointestinal tract from the stomach to the anus, ducts of many glands, and gallbladder.

Function: Secretion and absorption.



Sectional view of nonciliated simple columnar epithelium of lining of jejunum of small intestine

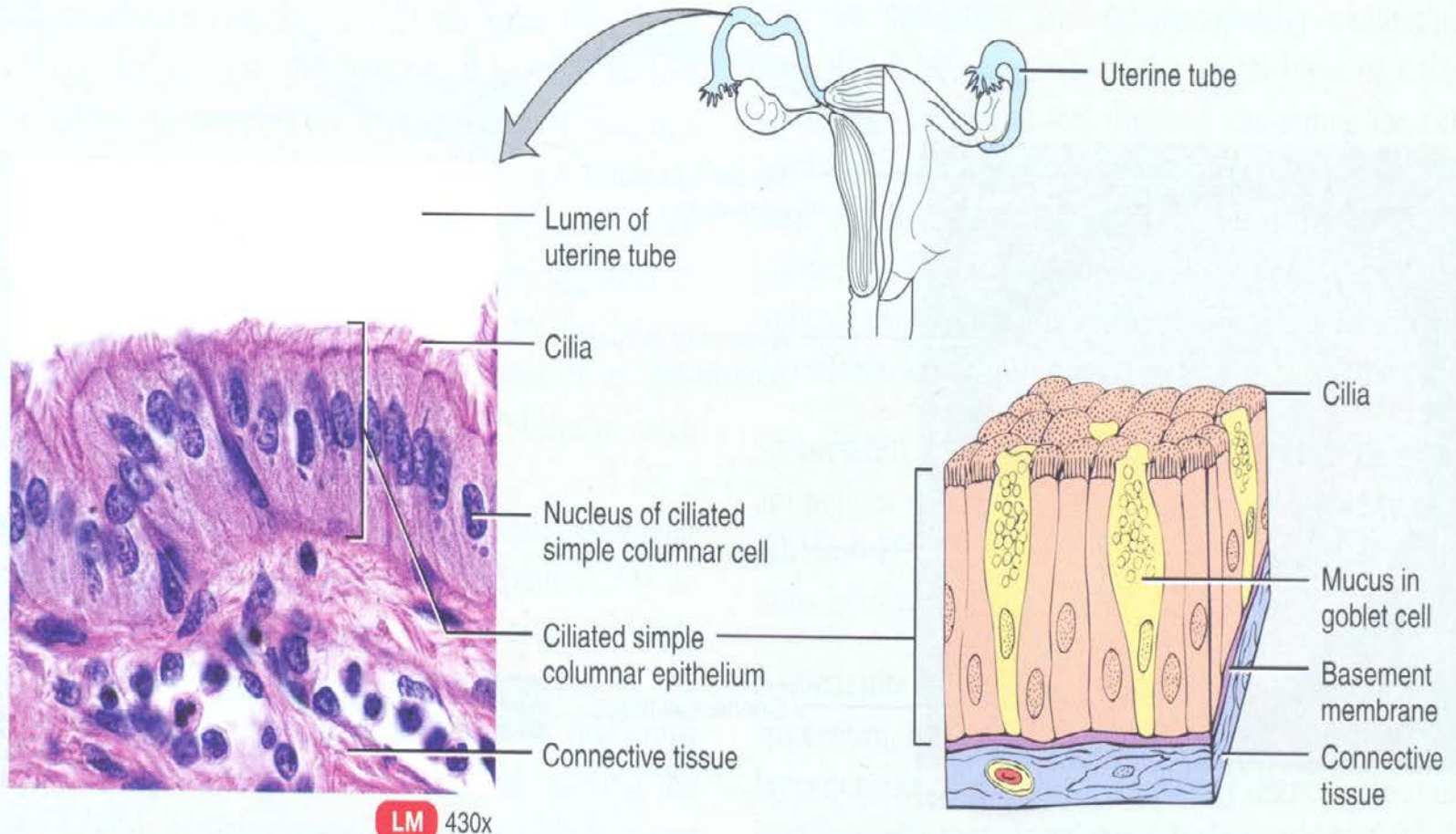
طلائي بسيط عمودي غير مهدب

D. Ciliated simple columnar epithelium

Description: Single layer of ciliated rectangular cells with nuclei near base of cells; contains goblet cells in some locations.

Location: Lines a few portions of upper respiratory tract, uterine (Fallopian) tubes, uterus, some paranasal sinuses, central canal of spinal cord (Ependymal Cell) (The oviduct)

Function: Moves mucus and other substances by ciliary action.



Sectional view of ciliated simple columnar epithelium of uterine tube

طلائي بسيط عمودي مهدب

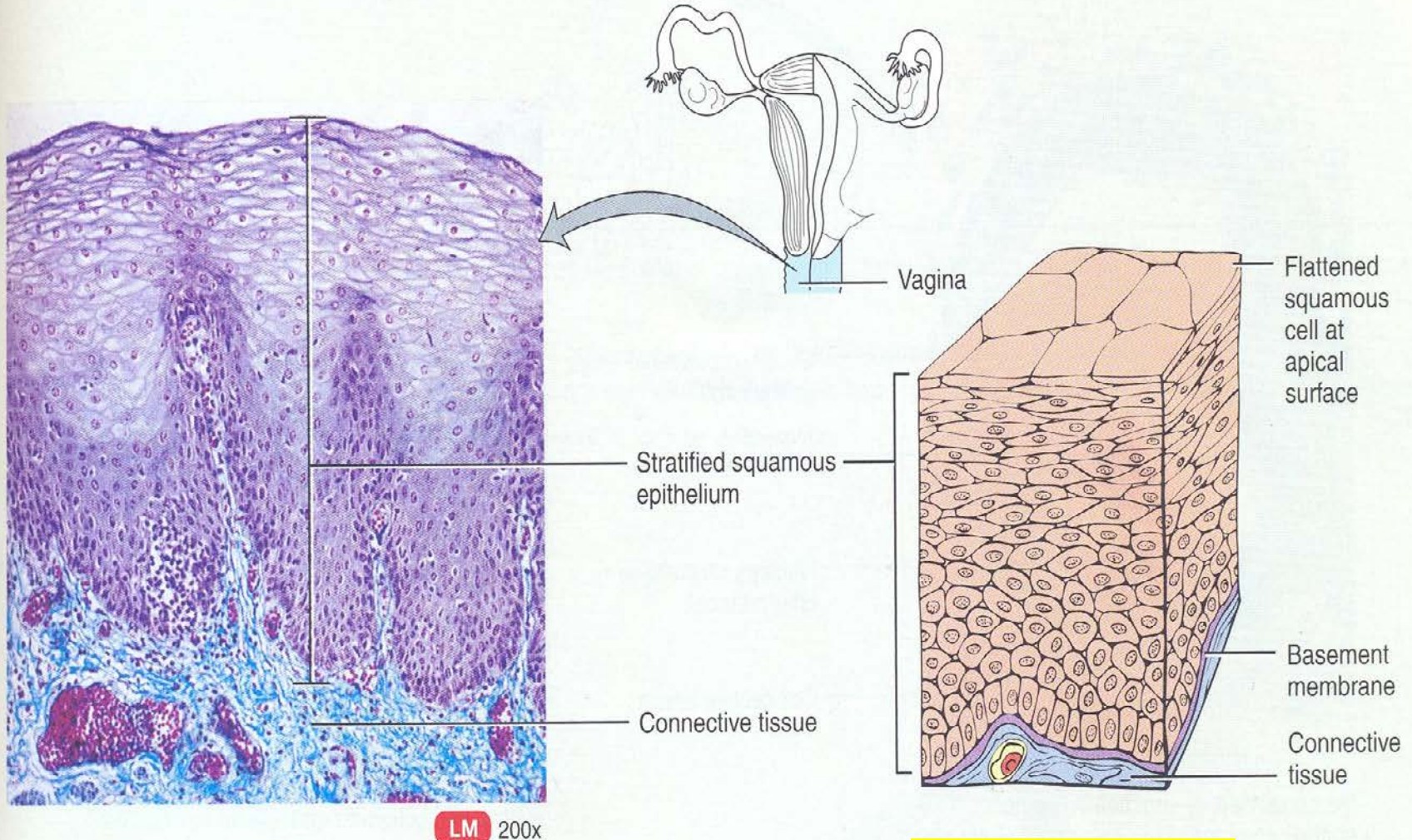
النسيج الطلائي	شكل الخلايا	مثال عليه
نسيج طلائي طبقي حرشفي	غير منتظمة الشكل	بشرة الجلد بطانة الفم
نسيج طلائي طبقي مكعب	مكعبة الشكل	قنوات الغدد العرقية
نسيج طلائي طبقي عمودي	مستطيلة قابلة للتمدد البسيط لأعلى	ملتحمة العين البلعوم بطانة القناة البولية
نسيج طلائي طبقي انتقالي	غير منتظمة الشكل والطبقة العليا بيضاوية مقبية	بطانة المثانة البولية
نسيج طلائي طبقي كاذب	مستطيلة الشكل بعضها أطول من الأخرى	الأغشية المبطنة للشعب الرئوية الأغشية المبطنة للتجويف الأنفي

E. Stratified squamous epithelium

Description: Several layers of cells; cuboidal to columnar shape in deep layers; squamous cells form the apical layer and several layers deep to it; cells from the basal layer replace surface cells as they are lost.

Location: Keratinized variety forms superficial layer of skin; nonkeratinized variety lines wet surfaces, such as lining of the mouth, esophagus, part of epiglottis, and vagina, and covers the tongue.

Function: Protection.



Sectional view of stratified squamous epithelium of vagina

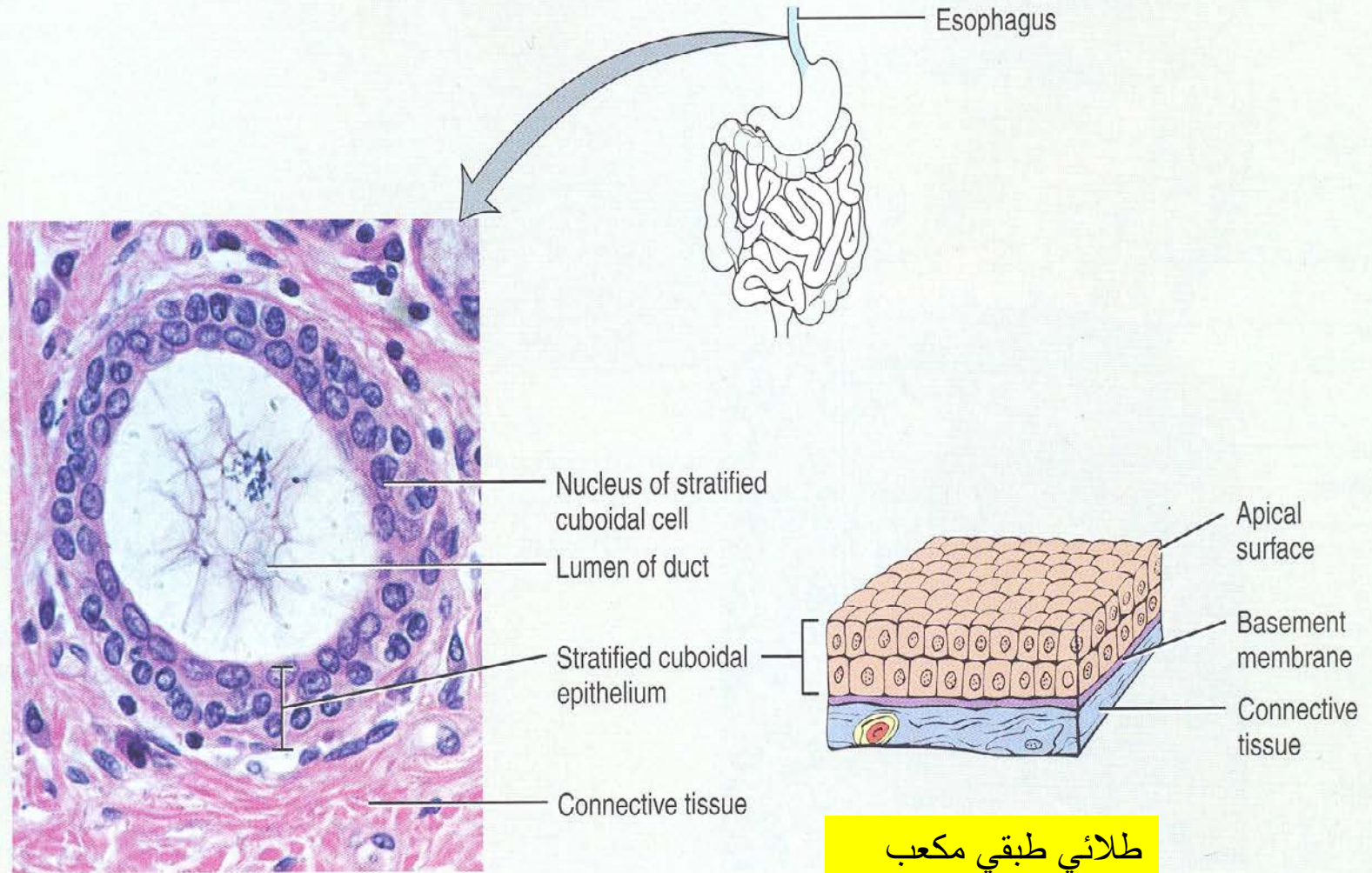
طلائي طبقي حرشفي

F. Stratified cuboidal epithelium

Description: Two or more layers of cells in which the cells in the apical layer are cube-shaped.

Location: Ducts of adult sweat glands and esophageal glands and part of male urethra.

Function: Protection and limited secretion and absorption.



LM 380x

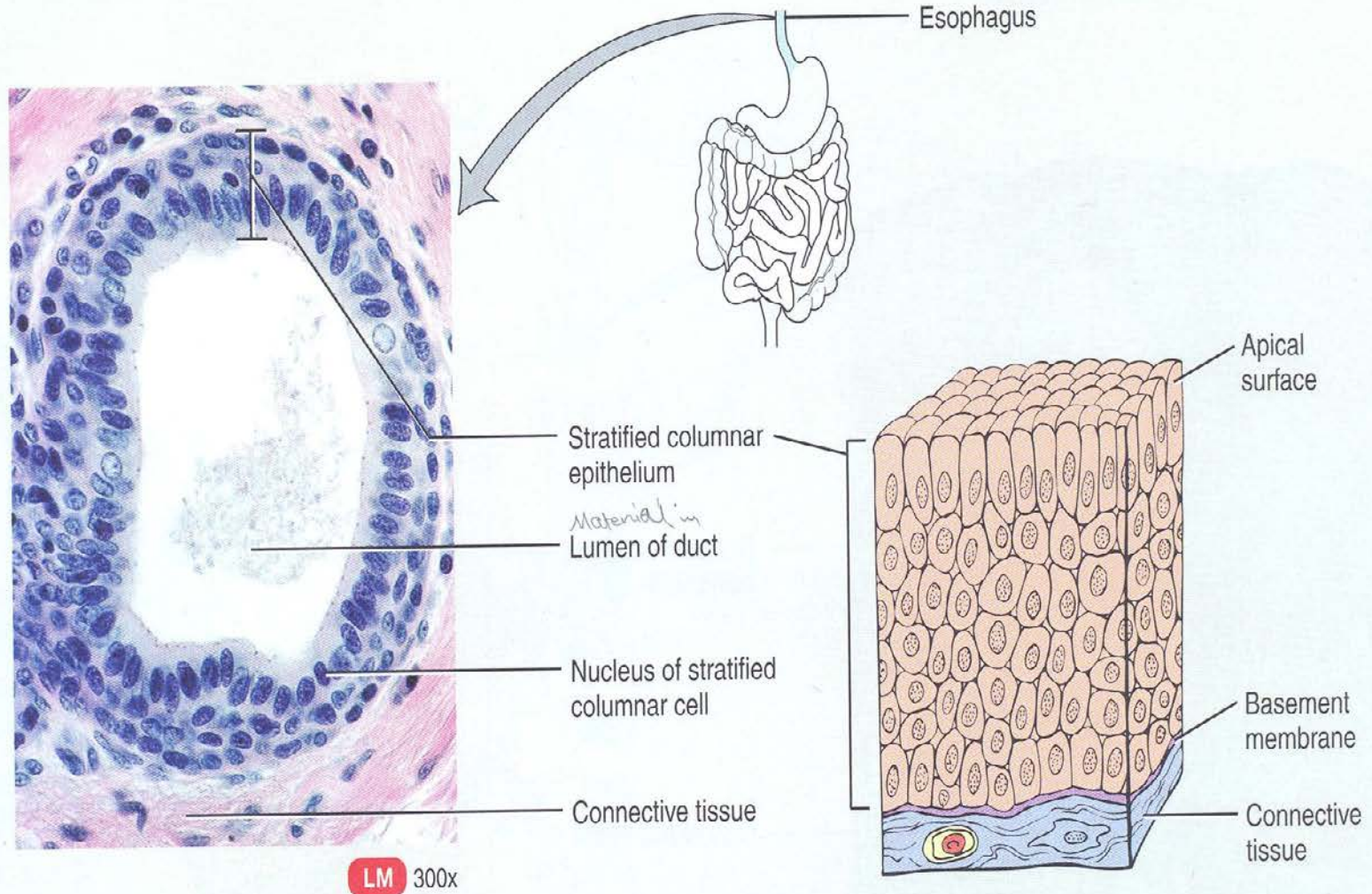
Sectional view of stratified cuboidal epithelium of the duct of an esophageal gland

G. Stratified columnar epithelium

Description: Several layers of irregularly shaped cells; columnar cells are only in the apical layer.

Location: Lines part of urethra, large excretory ducts of some glands, such as esophageal glands, small areas in anal mucous membrane, and part of the conjunctiva of the eye.

Function: Protection and secretion.



Sectional view of stratified columnar epithelium of the duct of an esophageal gland

طلائي طبقي عمودي

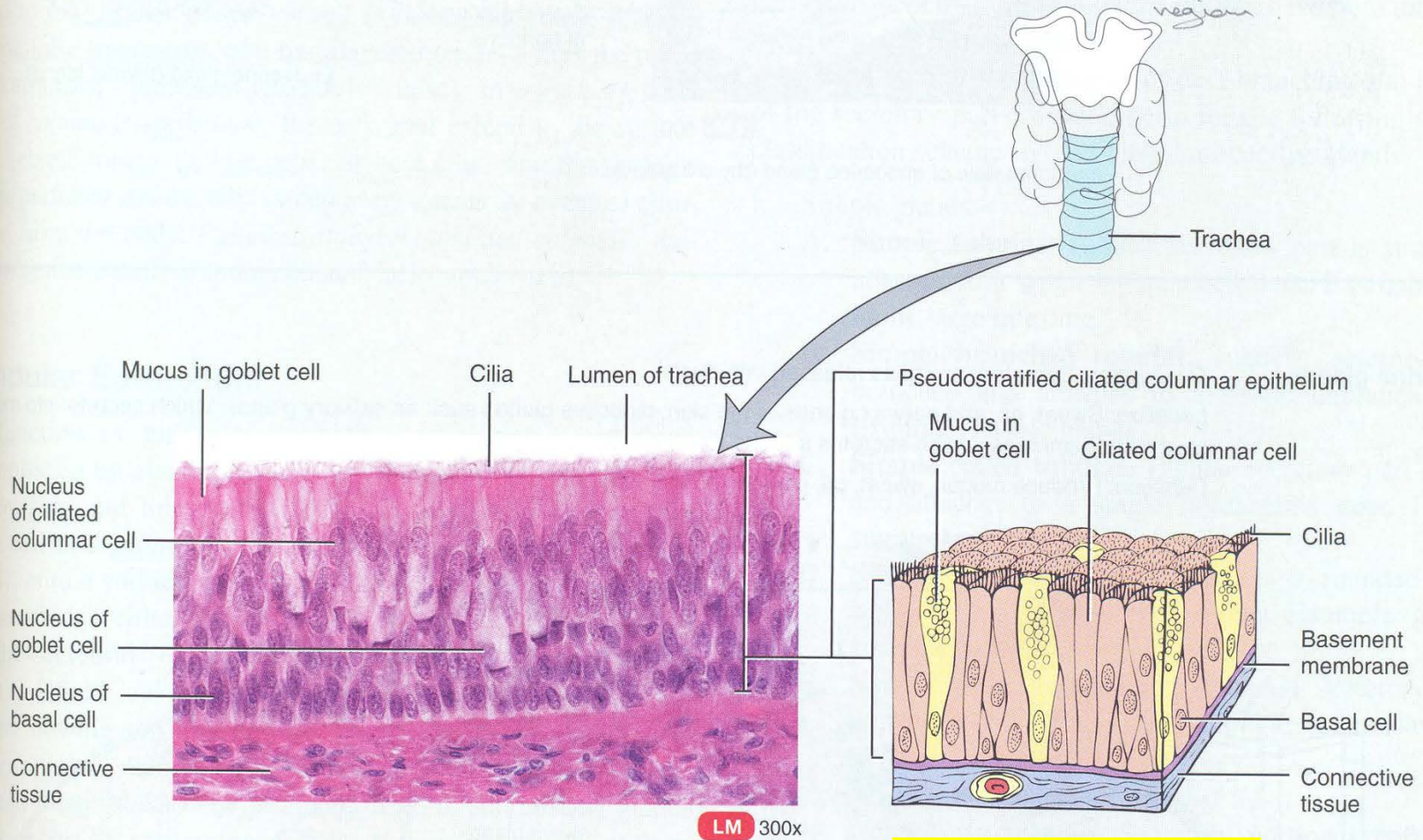
I. Pseudostratified columnar epithelium

Description: Not a true stratified tissue; nuclei of cells are at different levels; all cells are attached to basement membrane, but not all reach the surface.

Location: Pseudostratified ciliated columnar epithelium lines the airways of most of upper respiratory tract; pseudostratified nonciliated columnar epithelium lines larger ducts of many glands, epididymis, and part of male urethra.

Function: Secretion and movement of mucus by ciliary action.

and in the transitional zone in the cutaneous region



Sectional view of pseudostratified ciliated columnar epithelium of trachea

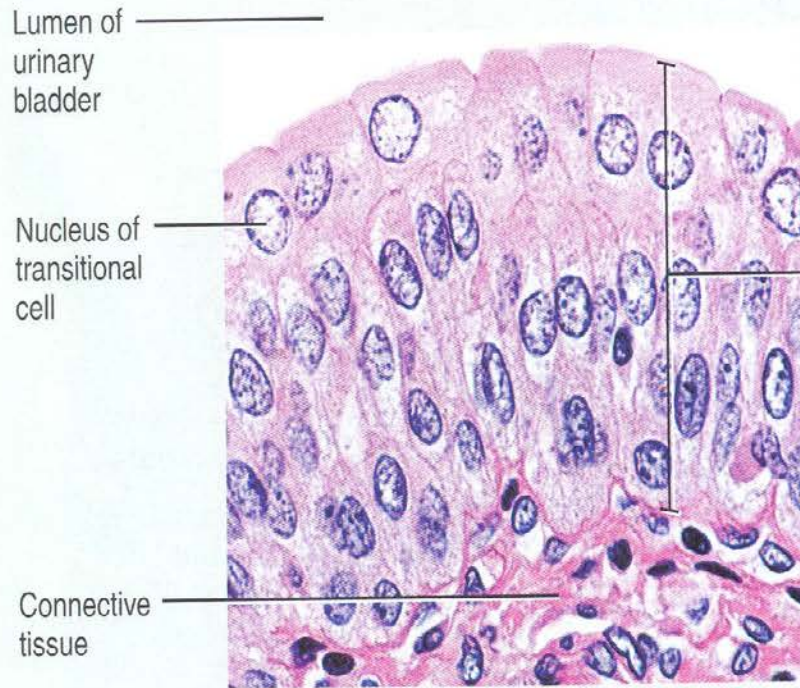
طلائي طبقي كاذب مهذب

H. Transitional epithelium

Description: Appearance is variable (transitional); shape of cells in apical layer ranges from squamous (when stretched) to cuboidal (when relaxed).

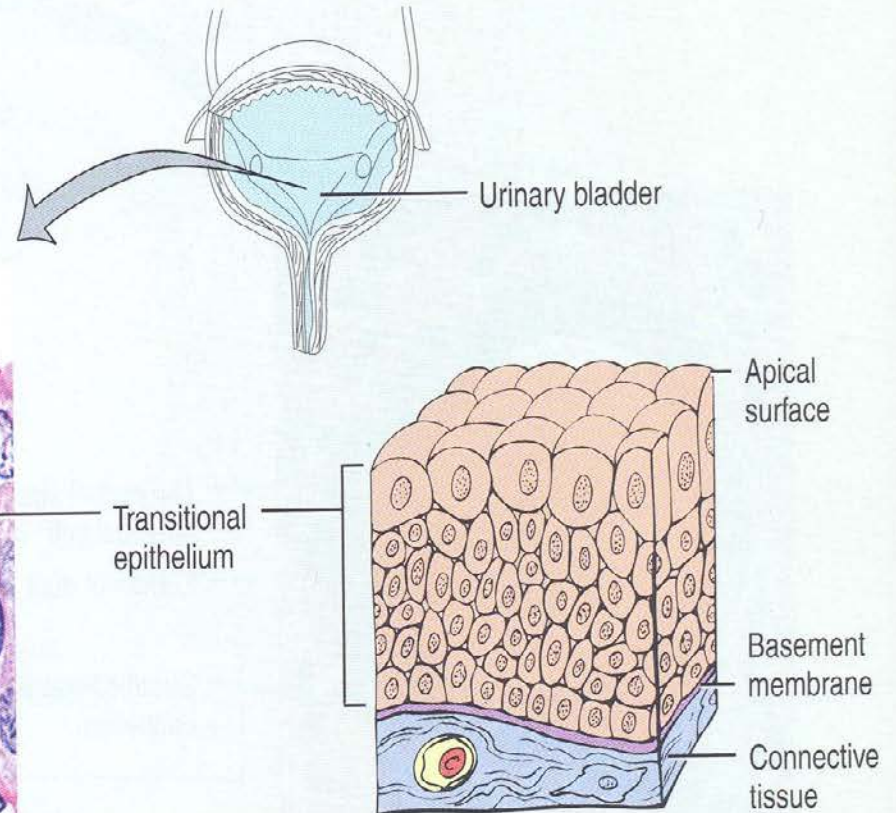
Location: Lines urinary bladder and portions of ureters and urethra.

Function: Permits distention.



LM 500x

Sectional view of transitional epithelium of urinary bladder in relaxed state



طلائي طبقي انتقالي

النسيج الطلائي

بناء على طريقة افراز المواد
داخلية (غدد صماء) / خارجية (غدد خارجية)

بناء على عدد الخلايا
غدد وحيدة الخلايا / غدد عديدة الخلايا

بناء على نوع الإفرازات
مخاطية (رطبة) / مصلية (هاضمة) / مختلطة

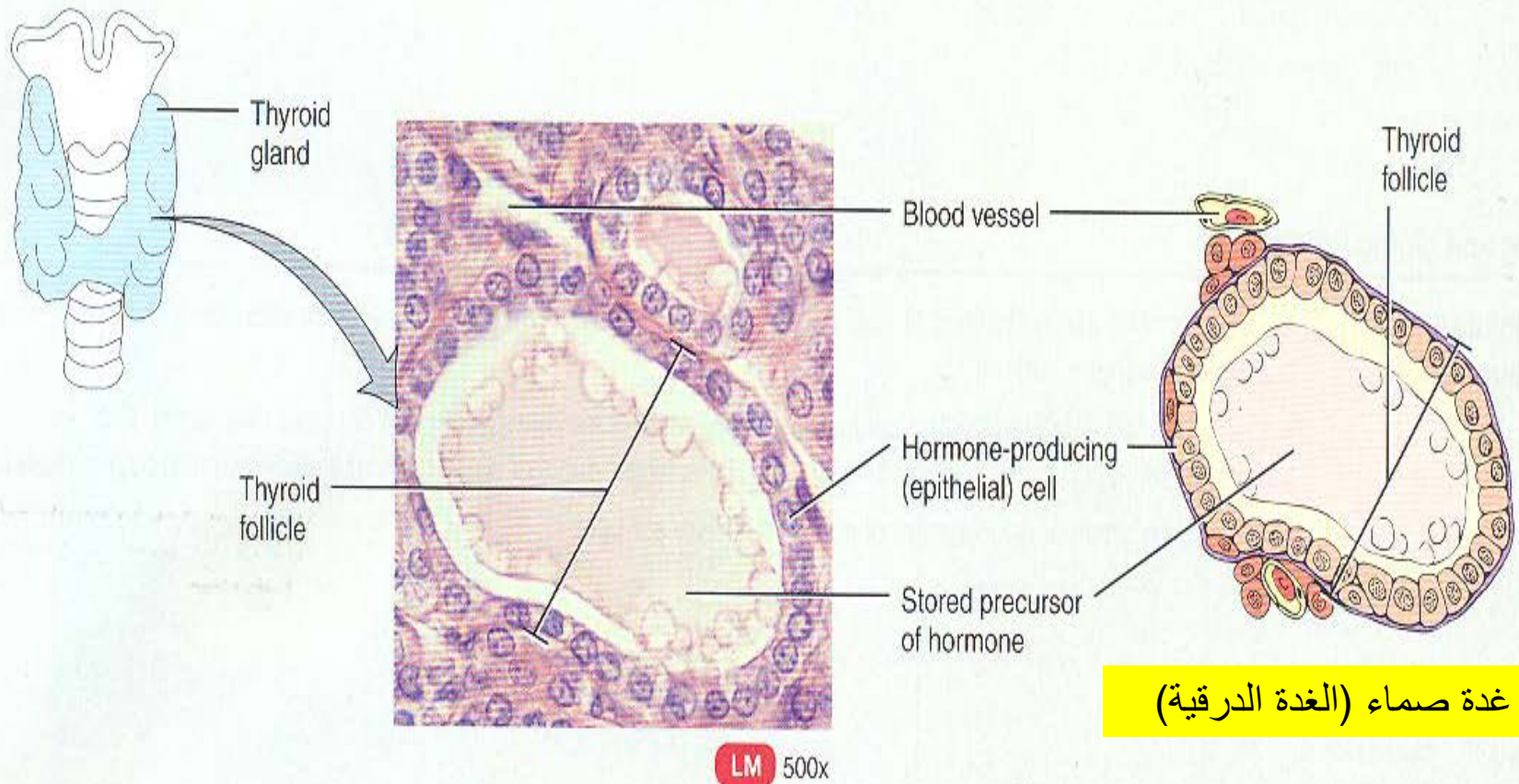
نسيج طلائي غدي

J. Endocrine glands

Description: Secretory products (hormones) diffuse into blood after passing through interstitial fluid.

Location: Examples include pituitary gland at base of brain, pineal gland in brain, thyroid and parathyroid glands near larynx (voice box), adrenal glands superior to kidneys, pancreas near stomach, ovaries in pelvic cavity, testes in scrot and thymus in thoracic cavity.

Function: Produce hormones that regulate various body activities.



Sectional view of endocrine gland (thyroid gland)

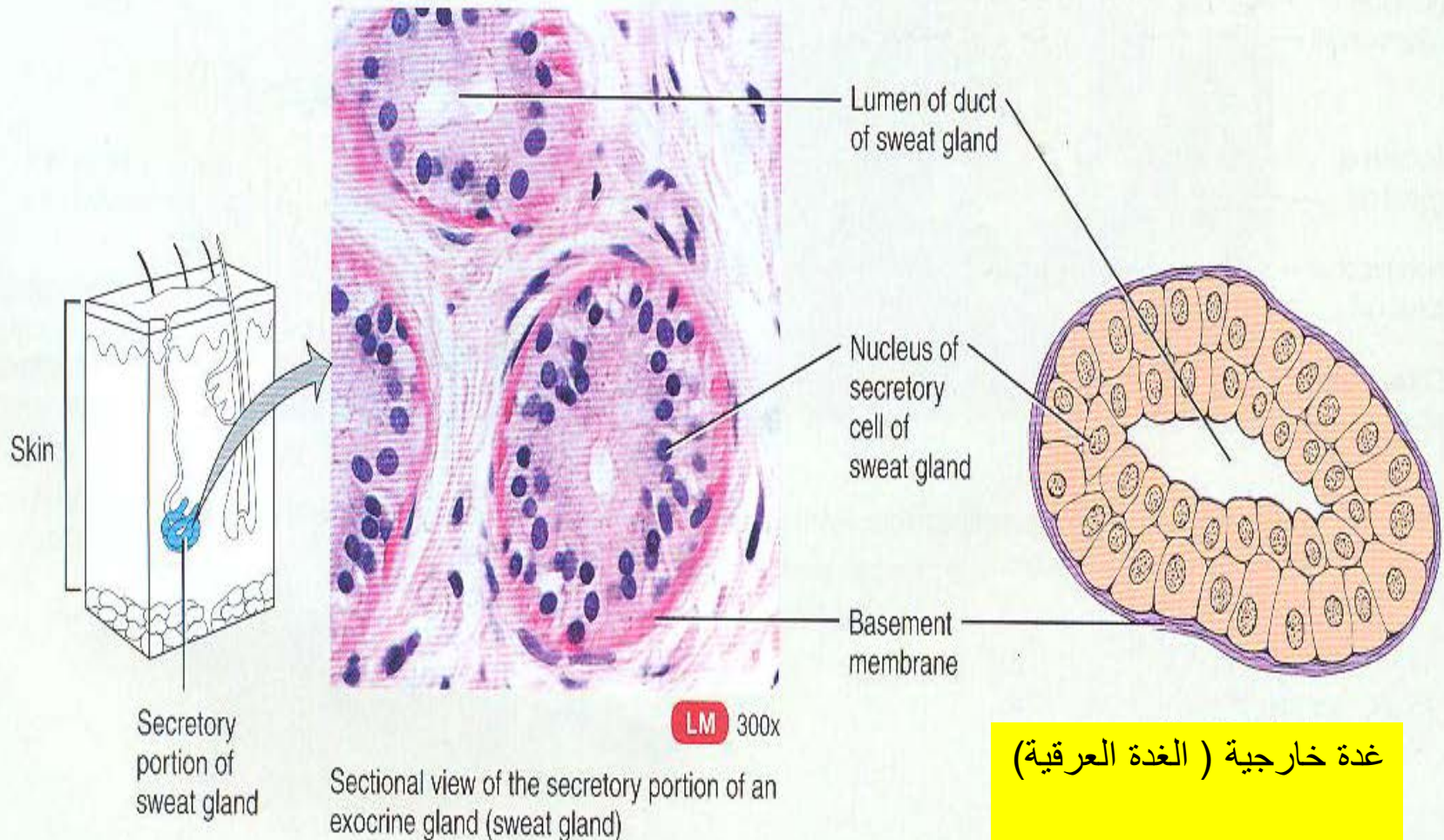
غدة صماء (الغدة الدرقية)

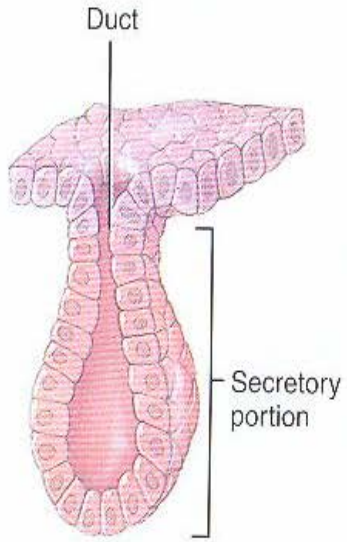
K. Exocrine glands

Description: Secretory products released into ducts.

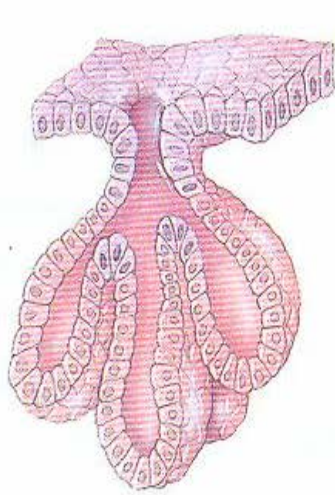
Location: Sweat, oil, and earwax glands of the skin; digestive glands such as salivary glands, which secrete into mouth cavity, and pancreas, which secretes into the small intestine.

Function: Produce mucus, sweat, oil, earwax, saliva, or digestive enzymes.

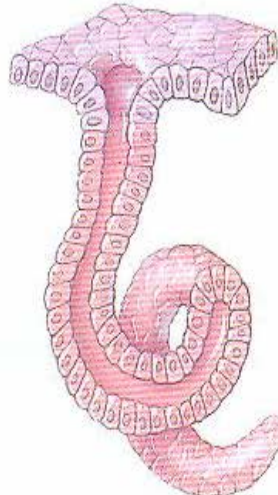




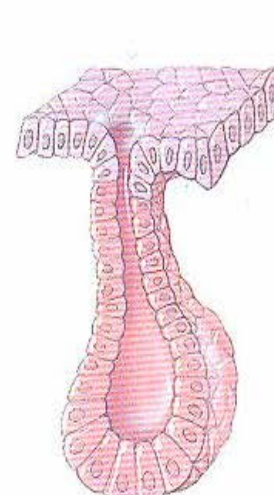
أنبوبية بسيطة



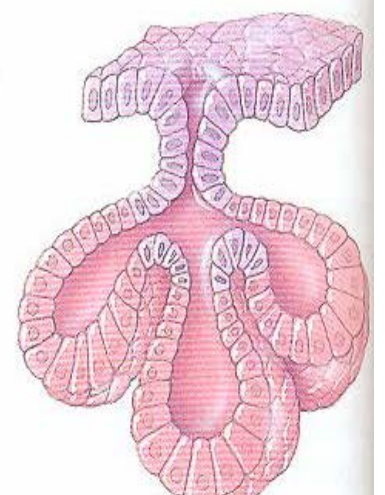
أنبوبية بسيطة متفرعة



أنبوبية بسيطة ملفوفة



عنبيية بسيطة



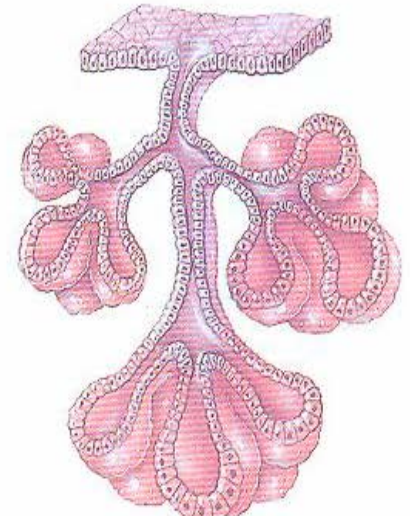
عنبيية بسيطة متفرعة



أنبوبية مركبة



عنبيية مركبة



أنبوبية عنبيية مركبة

أنواع الأنسجة في جسم الحيوان

■ مهما تنوعت الحيوانات واختلفت في أشكالها وأحجامها إلا أن أنسجتها تقع ضمن أربعة أنواع تصنف حسب التركيب و الوظيفة الى

□ الأنسجة الطلائية The Epithelial Tissue

□ الأنسجة الضامة The Connective Tissue

□ الأنسجة العضلية The Muscular Tissue

□ الأنسجة العصبية The Neural Tissue

الأنسجة الضامة

- هي الأنسجة التي تقوم بربط الأنسجة الطلائية بالأنسجة الأخرى كالنسيج العضلي والنسيج العصبي.
- توجد في كل من أجزاء الجسم.
- تنشأ هذه الأنسجة من الطبقة الجنينية الوسطى المعروفة بإسم الميزودرم.
- لا تستقر خلايا النسيج الضام فوق غشاء قاعدي.
- تتميز هذه الأنسجة بوجود مادة بين خلوية تعرف بإسم مادة النسيج البيخلوية Matrix.

يتكون النسيج الضام من:

➤ الخلايا .

➤ المادة بين خلوية.

خلية أكولة

المادة
بين الخلوية

ألياف
شبكة

خلايا دهنية

اللياف بيضاء
(كولاجين)

وعاء دموي

خلية حمضية

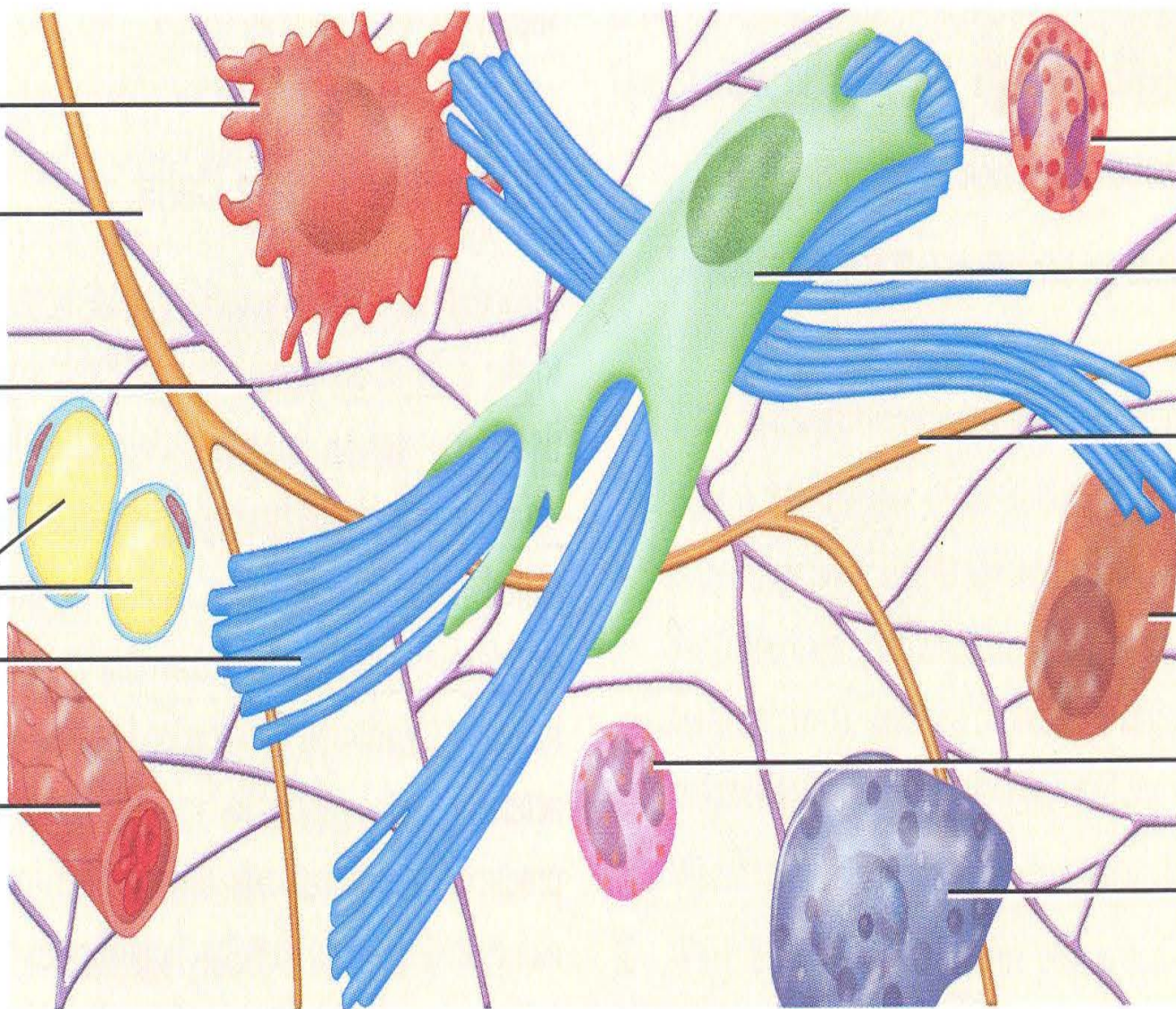
فيبروبلاست

ألياف
مرنة

خلية بلازمية

خلية متعادلة

خلية صارية



يحتوي النسيج الضام الأصل على خلايا واسعة التنوع، يمكن
تمييزها إلى طرازين:

١- خلايا ثابتة **Fixed Cells**:

➤ خلايا مستقرة تعيش طويلا وتؤدي وظائفها دون أن تتحرك
في النسيج الضام.

➤ من أمثلتها: الفيبروبلاست Fibroblasts والخلايا

الميزنيكية غير المتميزة Undifferentiated

Mesenchymal Cells والخلايا الأكلة

Macrophages والخلايا الدهنية Fat Cells والخلايا

الصارية Mast Cells.

٢- الخلايا المتنقلة أو المتجولة Free Wandering Cells:

- تؤدي هذه الخلايا وظائفها بالتجول في النسيج الضام.
- توجد بأعداد قليلة وتعيش لفترة قصيرة من الوقت، وتحل محلها بعد ذلك خلايا جديدة عن طريق خلايا الأساس، التي توجد بكثرة في النسيج الضام الأصيل.
- من أمثلتها: الخلايا البلازمية Plasma Cells، الخلايا الحمضية Eosinophil Cells، الخلايا الليمفية Lymphocytes والخلايا المتعادلة Neutrophils والخلايا الصبغية Melanocytes.

المادة بين خلوية:

تتكون المادة بين الخلوية من السائل النسيجي والألياف.

السائل النسيجي:

- سائل مائي عديم اللون.
- تتكون من مادة جيلاتينية القوام عديدة التسكر مخاطية حمضية تبنى من Glucose-Amino-Glycan (AGG)، مرتبط مع بروتين، ويعرف بإسم Proteoglycan.
- يعمل كوسيط بين الدم وخلايا النسيج، حيث يحمل إليها الأكسجين الذائب والمواد الغذائية.

ألياف النسيج الضام (ألياف بروتينية):

تشمل هذه الألياف الأنواع الآتية:

الألياف البيضاء Collage Fibers

- توجد هذه الألياف في معظم الأنسجة الضامة.
- عديمة اللون، ولكنها تتخذ لونا أبيضاً عندما توجد في تجمعات كثيفة أو حزم.
- تتخذ شكلاً مستقيماً ولا تتفرع.
- لينة وقابلة للإنثناء ولها قوة شد كبيرة ومقاومة جيدة للشد.
- تصنف ألياف الكولاجين على خمسة طرز I-V .

الألياف الصفراء (المرنة) **:Yellow (Elastic) Fibers**

- منفردة ونحيلة وطويلة ومستقيمة، وتتفرع وتتشابك لتكون تركيب شبكي.
- عديمة اللون ولكنها في النسيج الكثيف تبدو صفراء اللون.
- تتكون كل من هذه الألياف من بروتين لبي elastin، يحاط بغلاف من الجليكوبروتين يسمى fibrillin.

الألياف الشبكية **:Reticular Fibers**

- دقيقة جدا ومتفرعة.
- تتشابك لتكون الاستروما **.Stroma**.
- تتتركب هذه الألياف أساسا من كولاجين طراز III.

يصنف النسيج الضام إلى عدة أنواع حسب نوع الخلايا والمادة
ما بين الخلايا:

النسيج الضام الجنيني:

- نسيج ضام ميزنكييمي Mesenchyme والذي تنشأ منه كل الأنواع الأخرى من الأنسجة الضامة.
- نسيج ضام مخاطي Mucus connective tissue والذي يعمل على دعم الحبل السري.

A. Mesenchyme

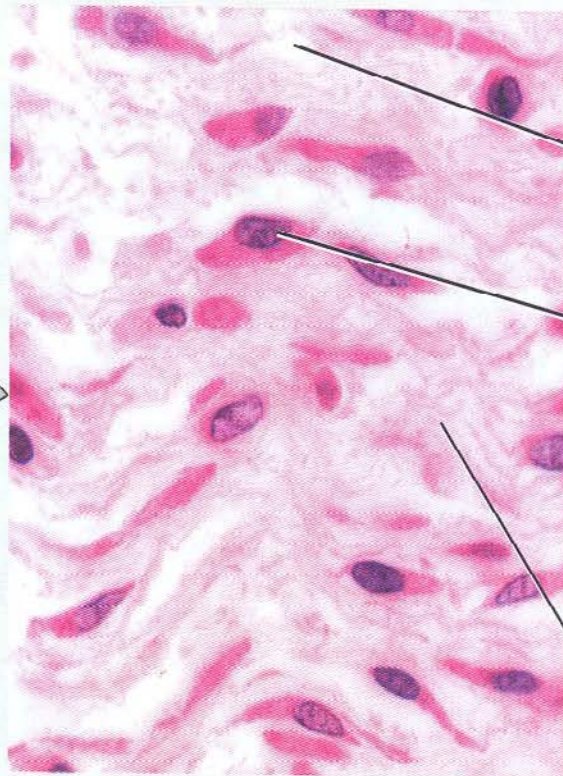
Description: Consists of irregularly shaped mesenchymal cells embedded in a semifluid ground substance that contains reticular fibers.

Location: Under skin and along developing bones of embryo; some mesenchymal cells are found in adult connective tissue, especially along blood vessels.

Function: Forms all other kinds of connective tissue.



الجنين



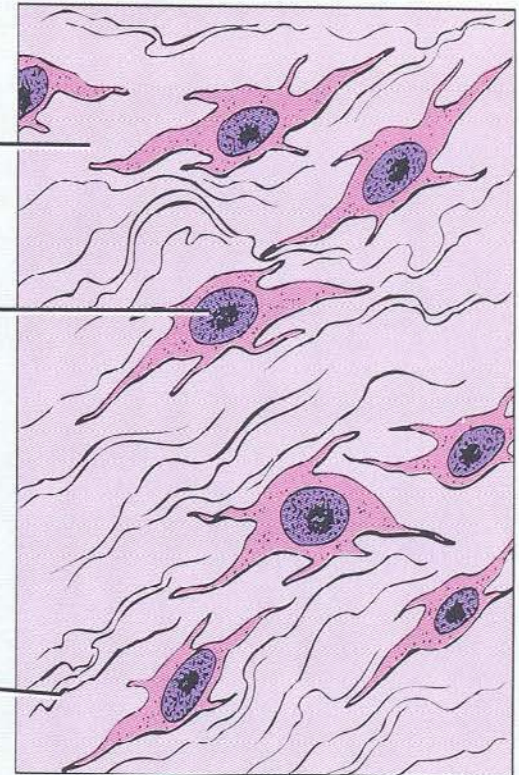
LM 300x

Sectional view of mesenchyme of a developing embryo

مادة
بين خلوية

خلية
ميزنكيمية

ألياف
شبكة



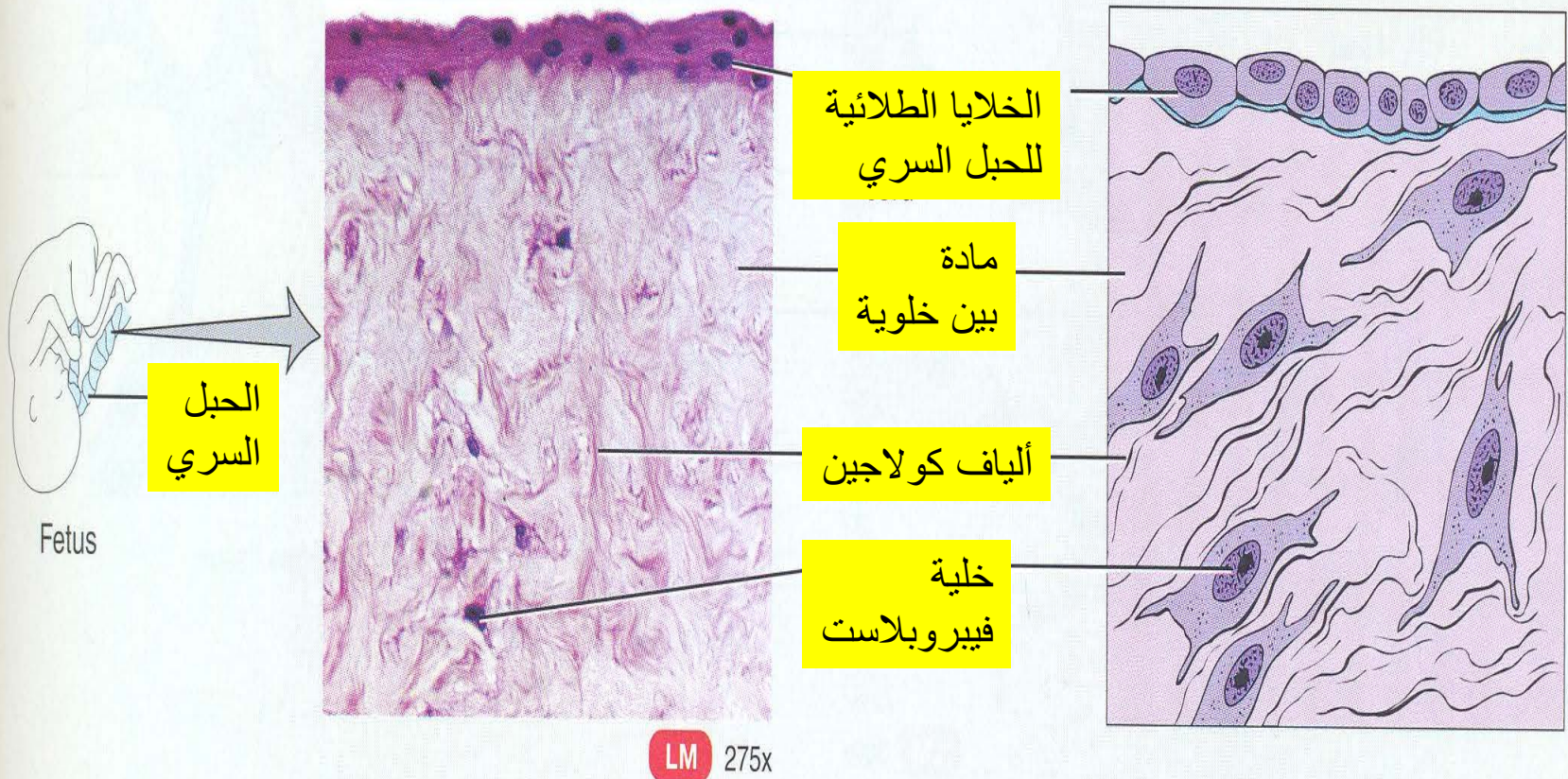
نسيج ضام ميزنكيمي

B. Mucous connective tissue

Description: Consists of widely scattered fibroblasts embedded in a viscous, jellylike ground substance that contains fine collagen fibers.

Location: Umbilical cord of fetus.

Function: Support.



Sectional view of mucous connective tissue of the umbilical cord

نسيج ضام مخاطي

:Loose Connective Tissue النسيج الضام المفكك

- Areolar Connective Tissue النسيج الضام الفجوي
- Adipose Connective Tissue النسيج الضام الدهني
- Reticular Connective Tissue النسيج الضام الشبكي

A. Areolar connective tissue

Description: Consists of fibers (collagen, elastic, and reticular) and several kinds of cells (fibroblasts, macrophages, plasma cells, adipocytes, and mast cells) embedded in a semifluid ground substance.

Location: Subcutaneous layer deep to skin; papillary (superficial) region of dermis of skin; lamina propria of mucous membranes; and around blood vessels, nerves, and body organs.

الوظيفة: القوة والمرونة والدعم



Sectional view of subcutaneous areolar
connective tissue

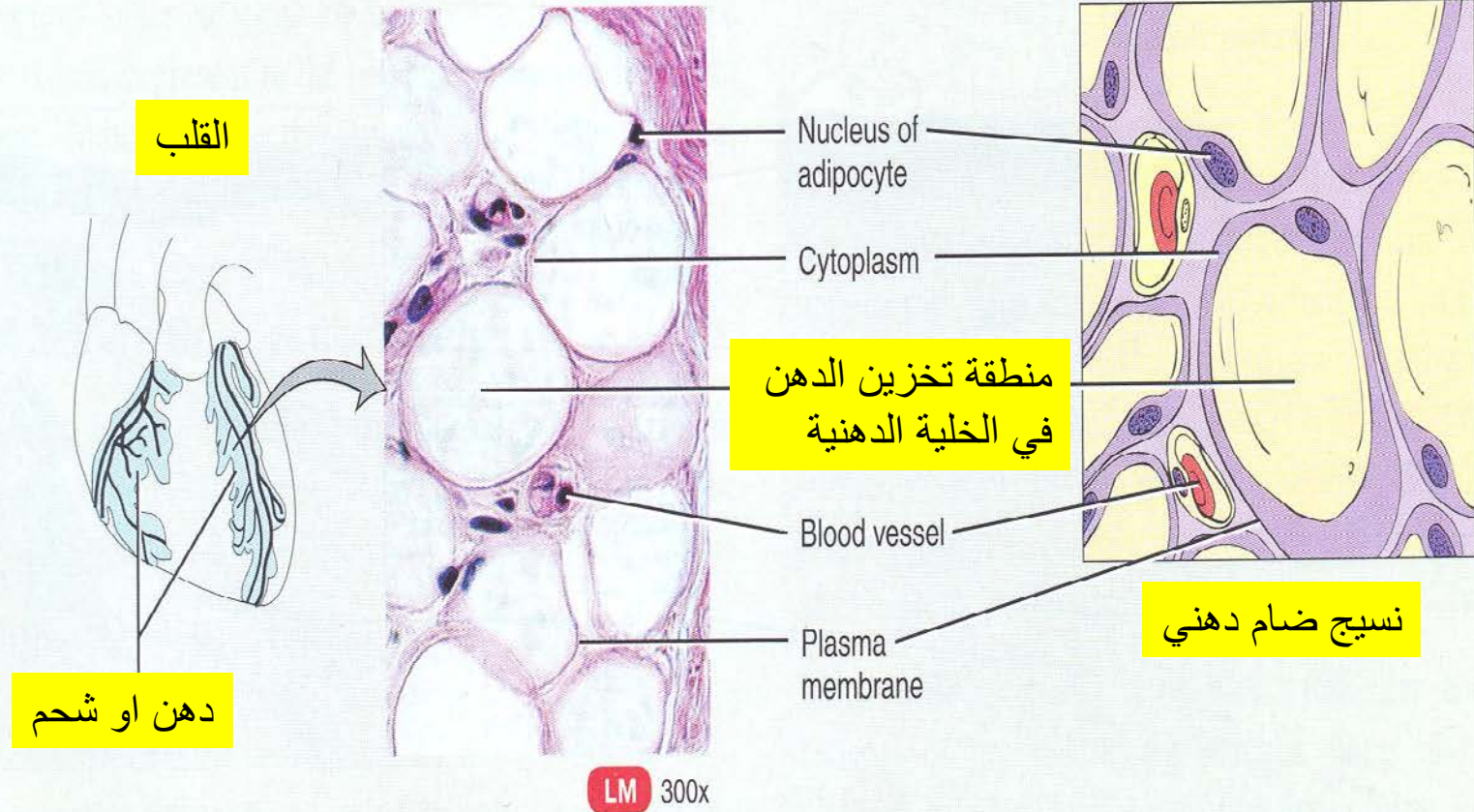
نسيج ضام فجوي

B. Adipose tissue

Description: Consists of adipocytes, cells specialized to store triglycerides (fats) as a large centrally located droplet; nucleus and cytoplasm are peripherally located.

Location: Subcutaneous layer deep to skin, around heart and kidneys, yellow bone marrow, and padding around joints and behind eyeball in eye socket.

الوظيفة: يخفف فقد الحرارة عبر الجلد، يعمل كاحتياطي طاقة، حماية ودعم الأعضاء، كما تلعب الأنسجة الدهنية البنية دورا مهما في تنظيم درجة حرارة جسم المواليد من خلال انتاج كمية مقدرة من الحرارة.



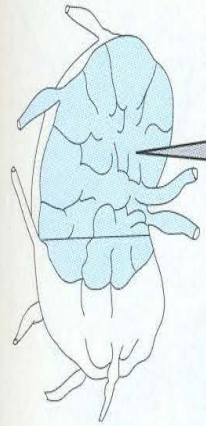
Sectional view of adipose tissue showing adipocytes of white fat

C. Reticular connective tissue

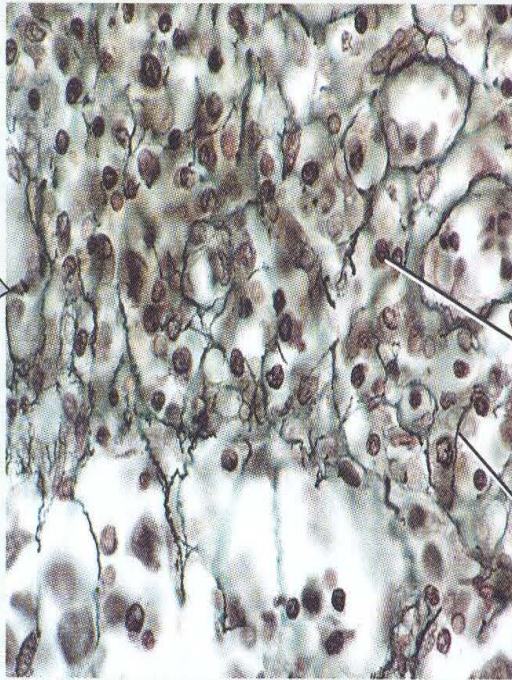
Description: Consists of a network of interlacing reticular fibers and reticular cells.

Location: Stroma (supporting framework) of liver, spleen, lymph nodes; red bone marrow, which gives rise to blood cells; reticular lamina of the basement membrane; and around blood vessels and muscles.

الوظيفة: يكوّن ستروما الأعضاء، يربط الخلايا العضلية الملساء ببعضها البعض، يرشح ويبعد خلايا الدم البالية في الطحال والميكروبات في العقد الليمفية.



العقدة الليمفية

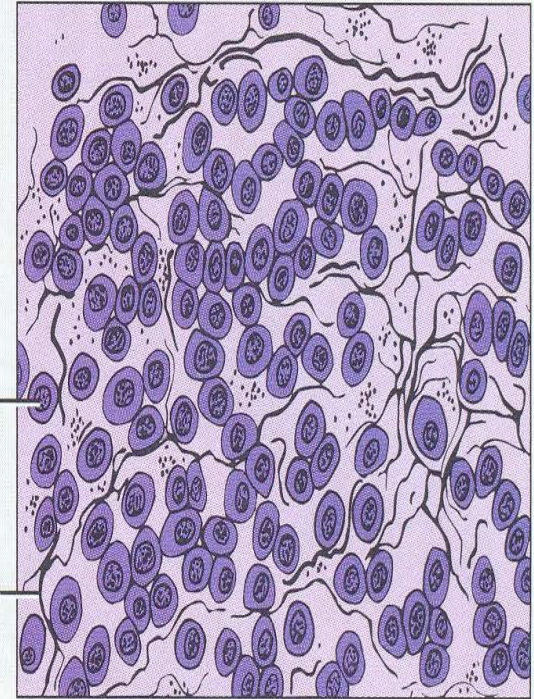


LM 225x

Sectional view of reticular connective tissue
of a lymph node

خلية
شبكة

ألياف شبكية

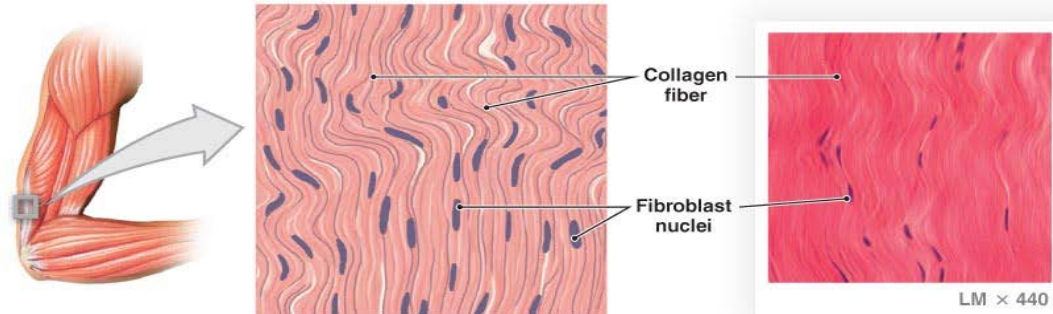


نسيج ضام شبكي

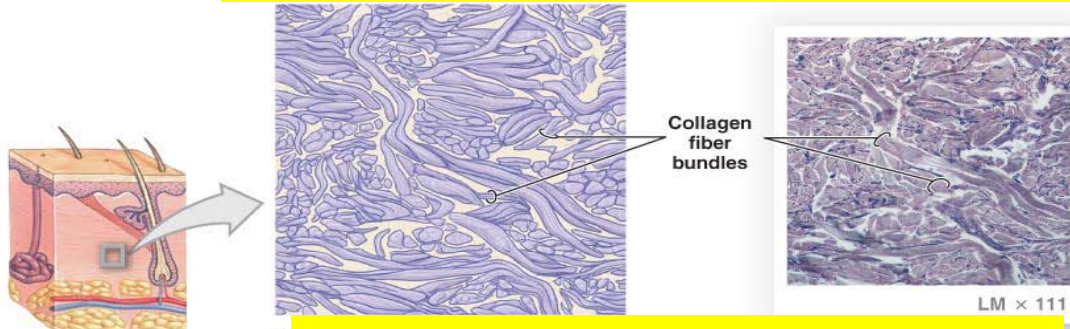
النسيج الضام الكثيف :Dense Connective Tissue

- النسيج الضام الكثيف المنتظم Dense Regular Connective Tissue
- النسيج الضام الكثيف الغير منتظم Dense Irregular Connective Tissue
- النسيج الضام المرن Elastic Connective Tissue

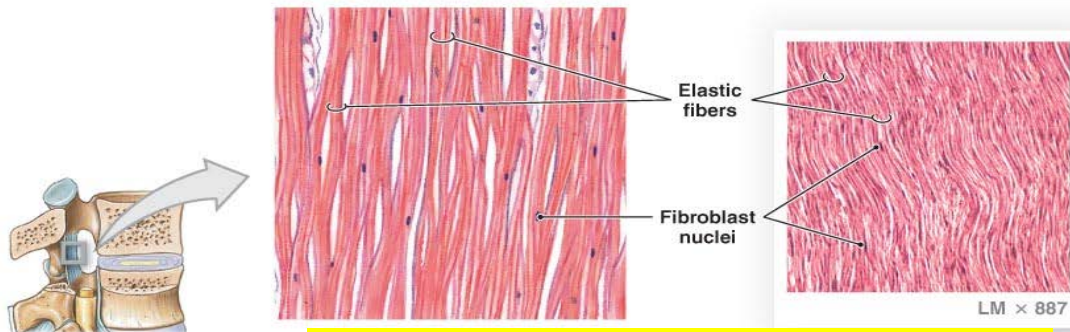
The three types of dense connective tissues



نسيج ضام كثيف منتظم (وتر العضلة ذات الثلاثة رؤوس)



نسيج ضام كثيف غير منتظم في ادمة باطن الجلد



نسيج ضام كثيف مرن في الروابط بين الفقرات

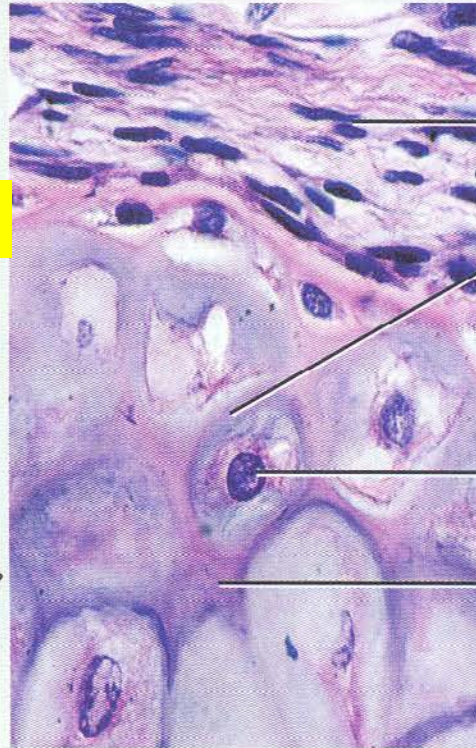
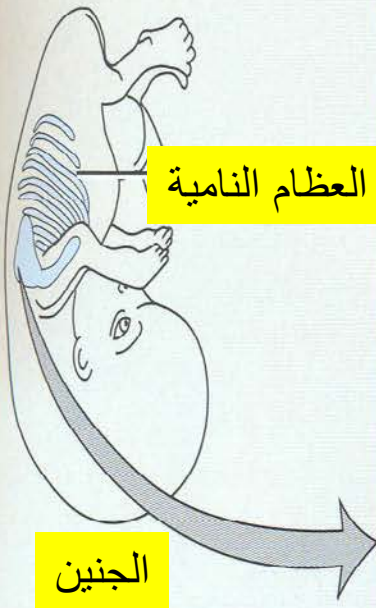
الغضاريف :Cartilage

- الغضروف الزجاجي Hyaline Cartilage
- الغضروف المرن Elastic Cartilage
- الغضروف الليفي Fibro-Cartilage

G. Hyaline cartilage

Description: Consists of a bluish-white, shiny ground substance with fine collagen fibers and many chondrocytes; most abundant type of cartilage.

الوظيفة: يوفر سطح أملس للحركة على مستوى المفاصل بالإضافة للدعم والمرونة.
يوجد في نهايات العظام الطويلة والضلوع والأنف وأجزاء من الحنجرة و القصبة الهوائية والشعب الهوائية.



Perichondrium

Lacuna
containing
chondrocyte

خلية غضروفية

Ground
substance

LM 450x

Sectional view of hyaline cartilage of a developing fetal bone



غضروف زجاجي

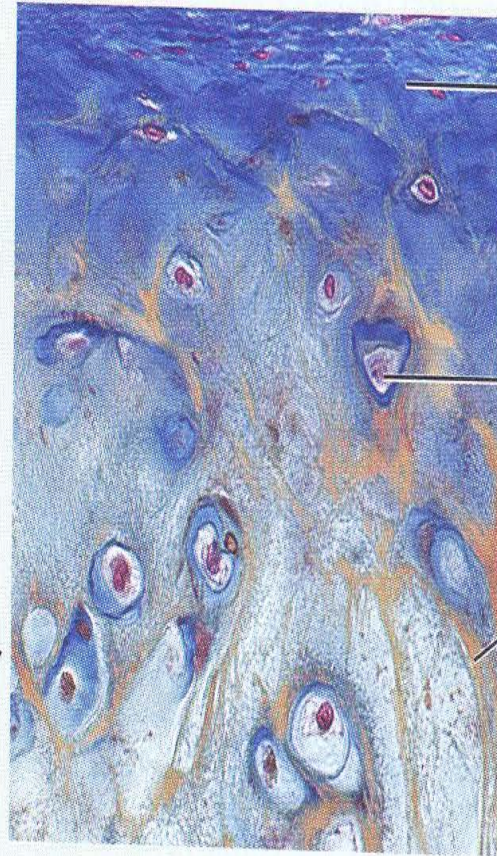
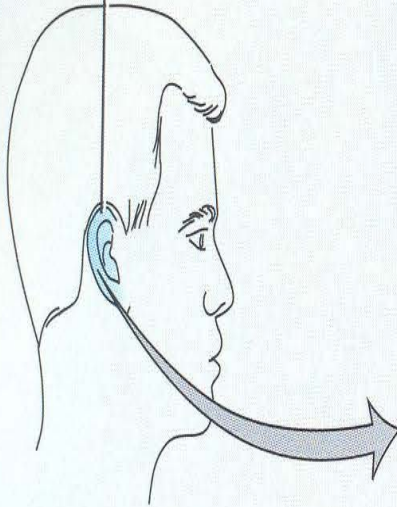
I. Elastic cartilage

Description: Consists of chondrocytes located in a threadlike network of elastic fibers within the matrix.

Location: Lid on top of larynx (epiglottis), part of external ear (auricle), and auditory (Eustachian) tubes.

الوظيفة: الدعم والمحافظة على الشكل

صیوان
الأذن



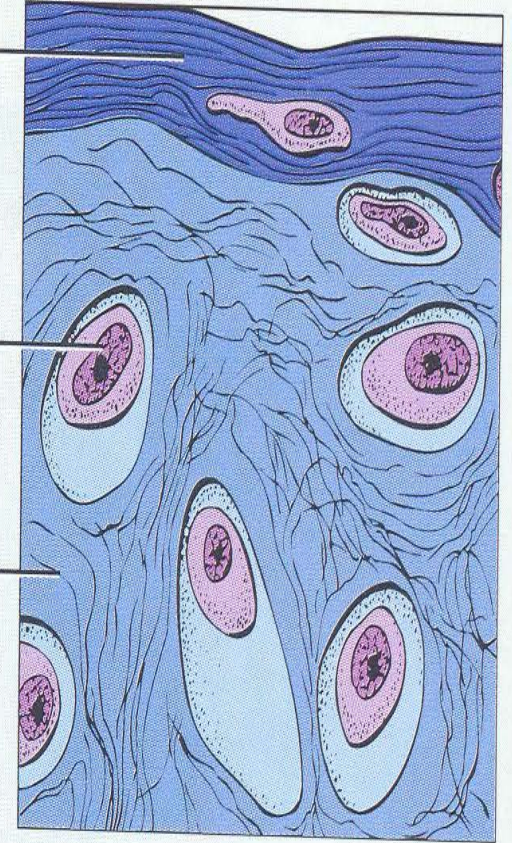
LM 250x

Sectional view of elastic cartilage of auricle of ear

Perichondrium

خلية
غضروفية

ألياف
مرنة



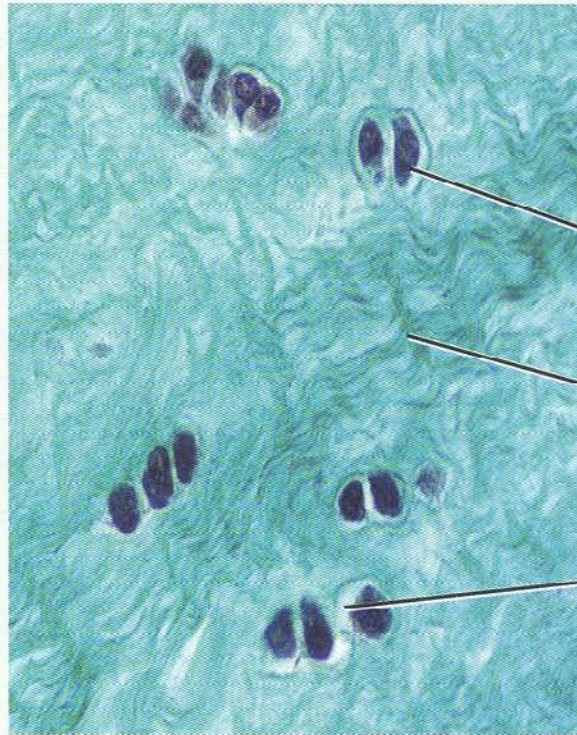
غضروف مرن

H. Fibrocartilage

Description: Consists of chondrocytes scattered among bundles of collagen fibers within the matrix.

Location: Pubic symphysis (point where hip bones join anteriorly), intervertebral discs (discs between vertebrae), menisci (cartilage pads) of knee, and portions of tendons that insert into cartilage.

الوظيفة: الربط والدعم، كما في حالة الغضاريف بين الفقرات وغضاريف الركبة

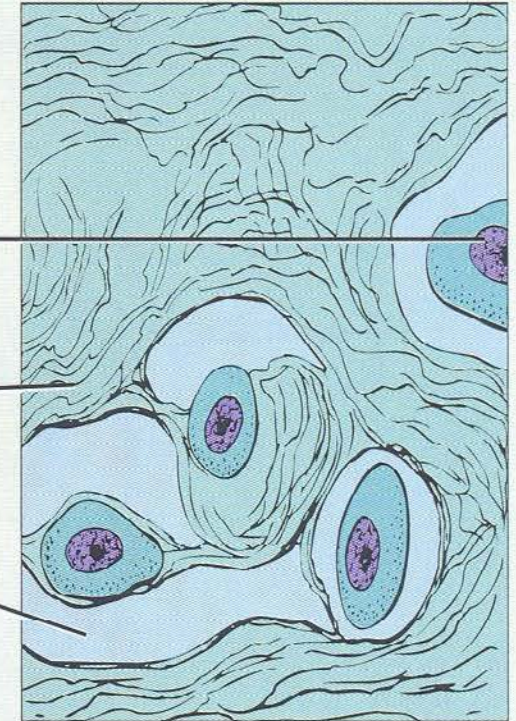


Sectional view of fibrocartilage of tendon

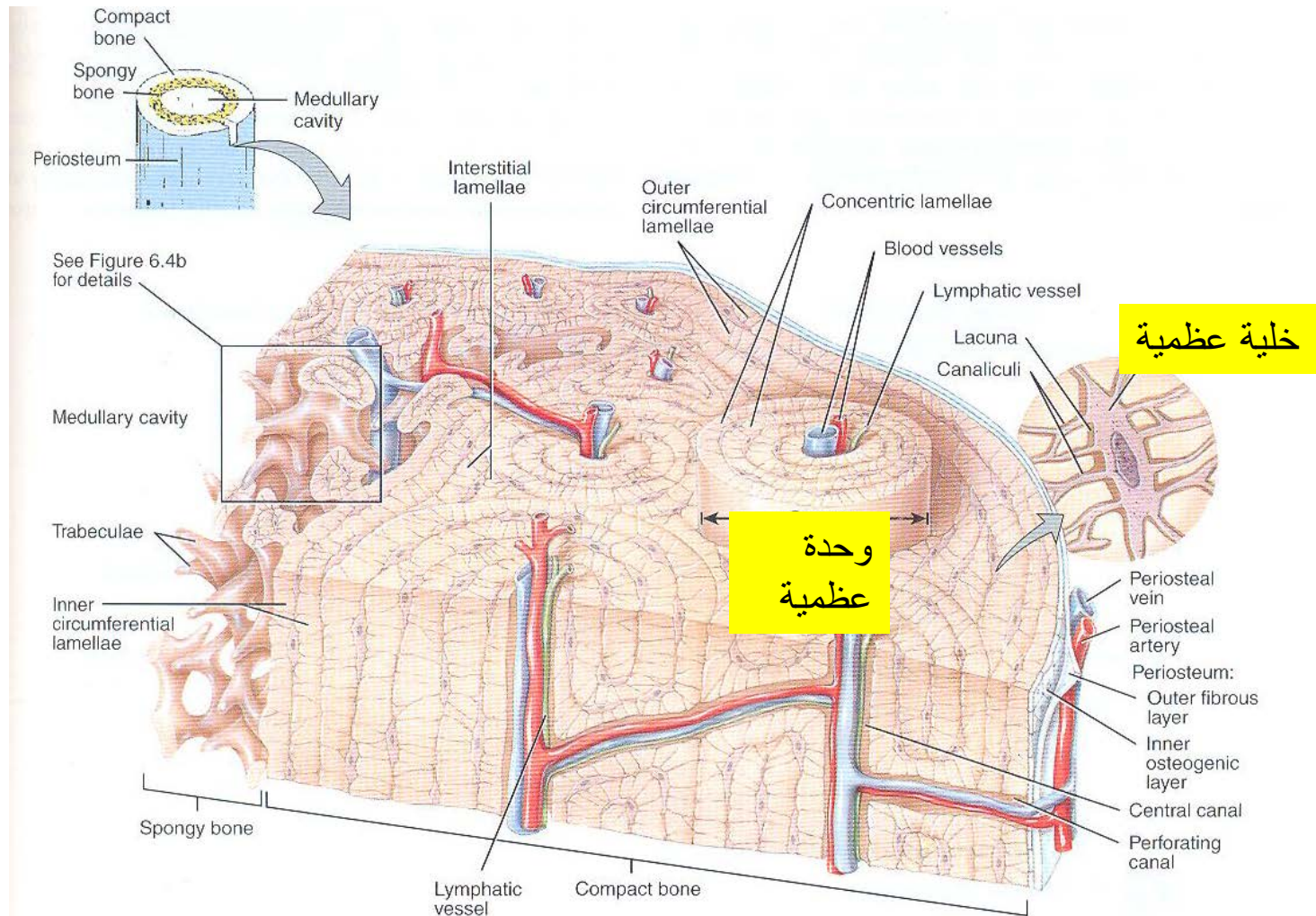
خلية
غضروفية

ألياف
كولاجين

Lacuna
containing
chondrocyte



النسيج العظمي : Bone Tissue

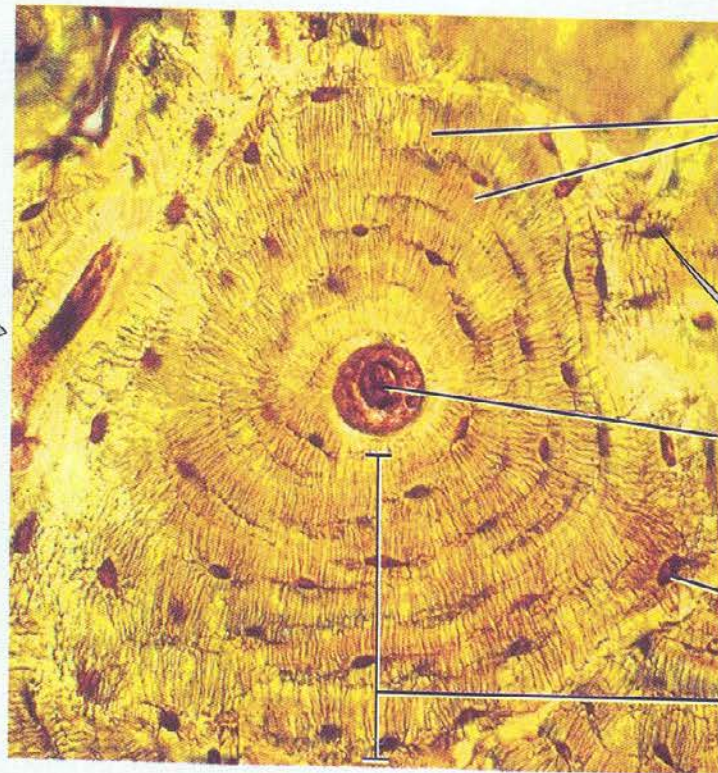
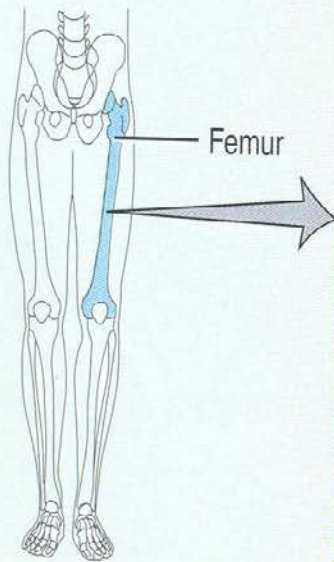


J. Compact bone

Description: Compact bone tissue consists of osteons (Haversian systems) that contain lamellae, lacunae, osteocytes, canaliculi, and central (Haversian) canals. By contrast, spongy bone tissue (see Figure 6.3 on page 167) consists of thin columns called trabeculae; spaces between trabeculae are filled with red bone marrow.

Location: Both compact and spongy bone tissue make up the various parts of bones of the body.

Function: Support, protection, storage; houses blood-forming tissue; serves as levers that act together with muscle tissue to enable movement.

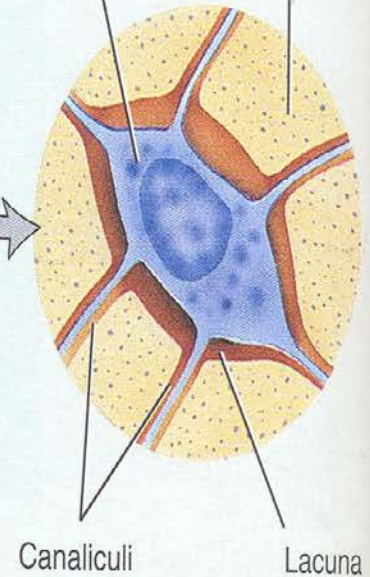


LM 550x

Sectional view of an osteon (Haversian system) of femur (thigh bone)

خلية عظمية

مادة بين خلوية
متكلسة



Details of an osteocyte

النسيج الدموي :Blood Tissue

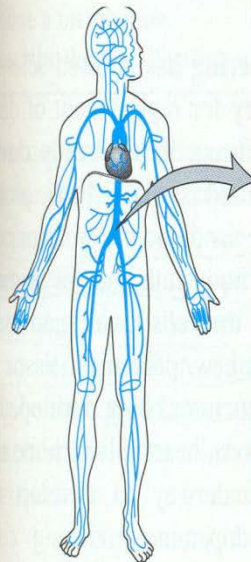
Blood Tissue

K. Blood

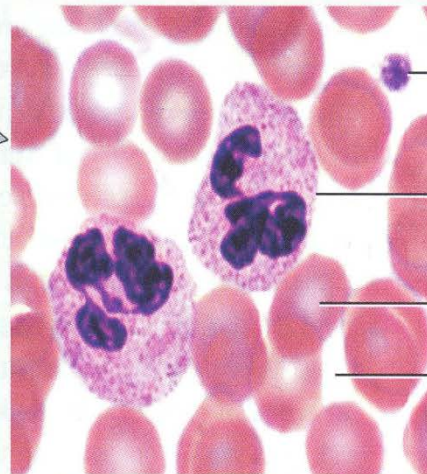
Description: Consists of blood plasma and formed elements: red blood cells (erythrocytes), white blood cells (leukocytes), and platelets (thrombocytes).

Location: Within blood vessels (arteries, arterioles, capillaries, venules, and veins) and within the chambers of the heart.

Function: Red blood cells transport oxygen and carbon dioxide; white blood cells carry on phagocytosis and are involved in allergic reactions and immune system responses; platelets are essential for the clotting of blood.



Blood in blood vessels



LM 1230x

Blood smear

Platelet

White blood cell
(leukocyte)

Red blood cell
(erythrocyte)

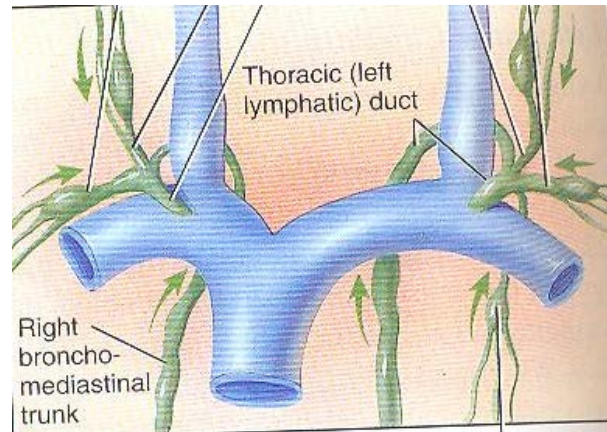
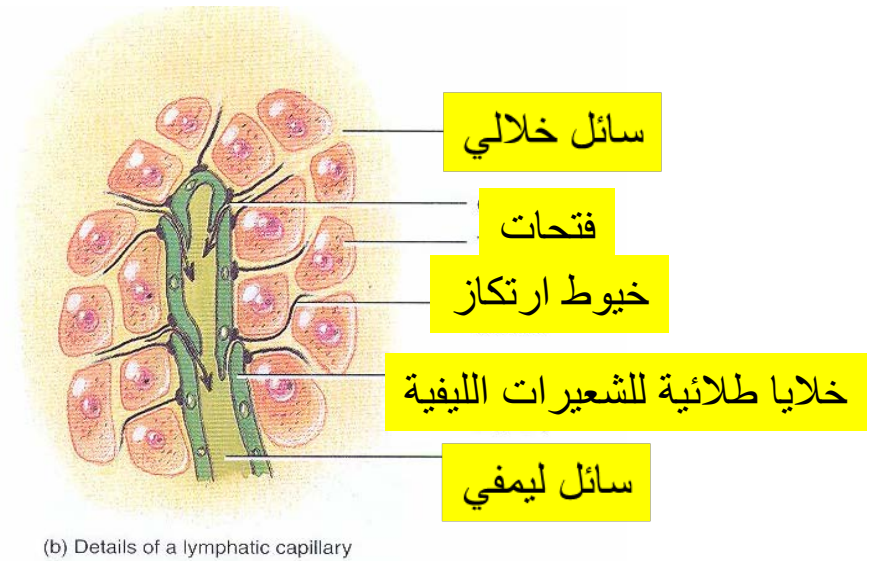
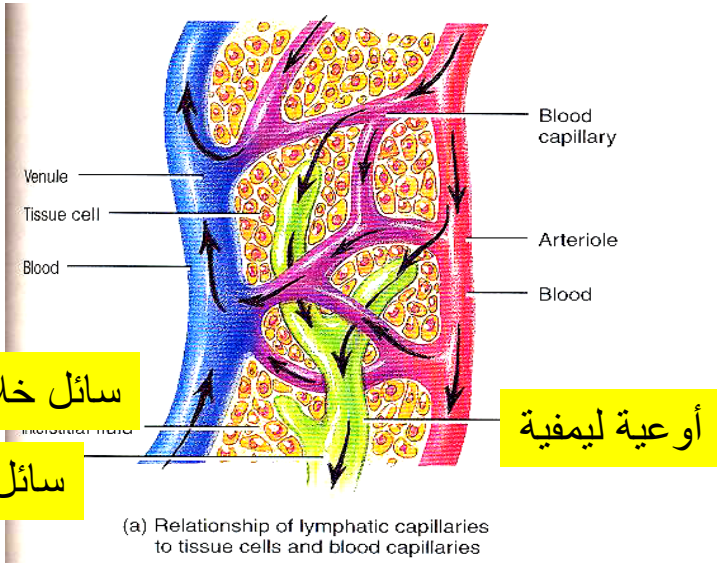
بلازما الدم

كريات حمراء

كريات بيضاء

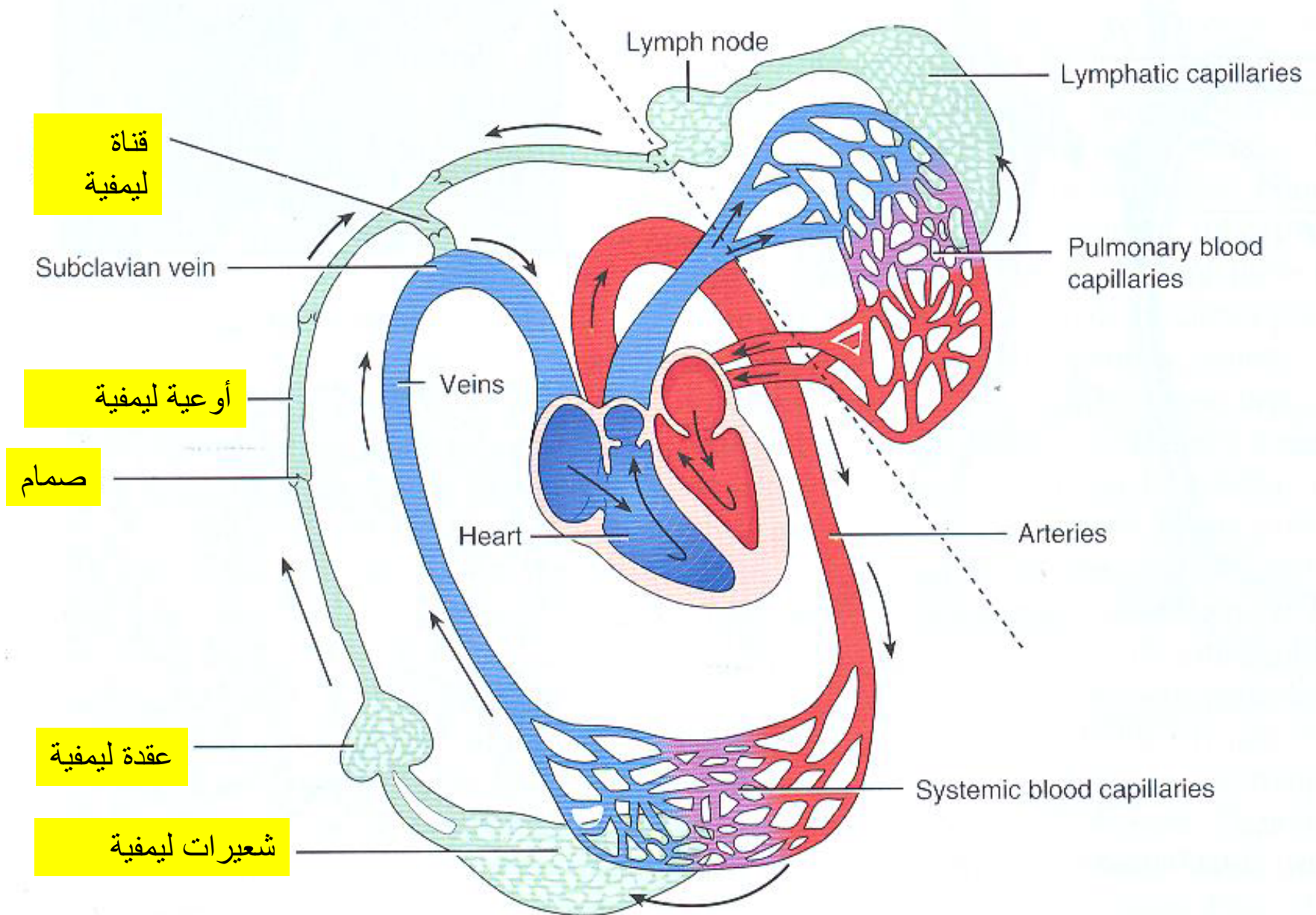
صفائح دموية

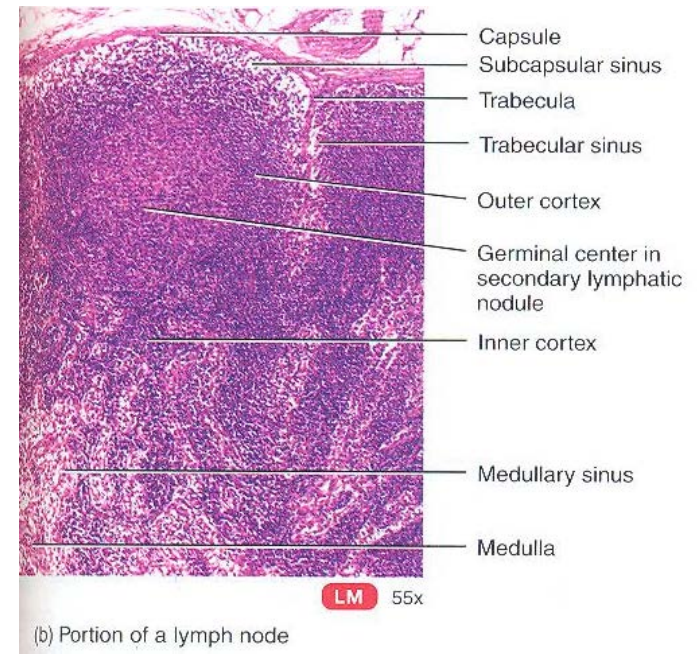
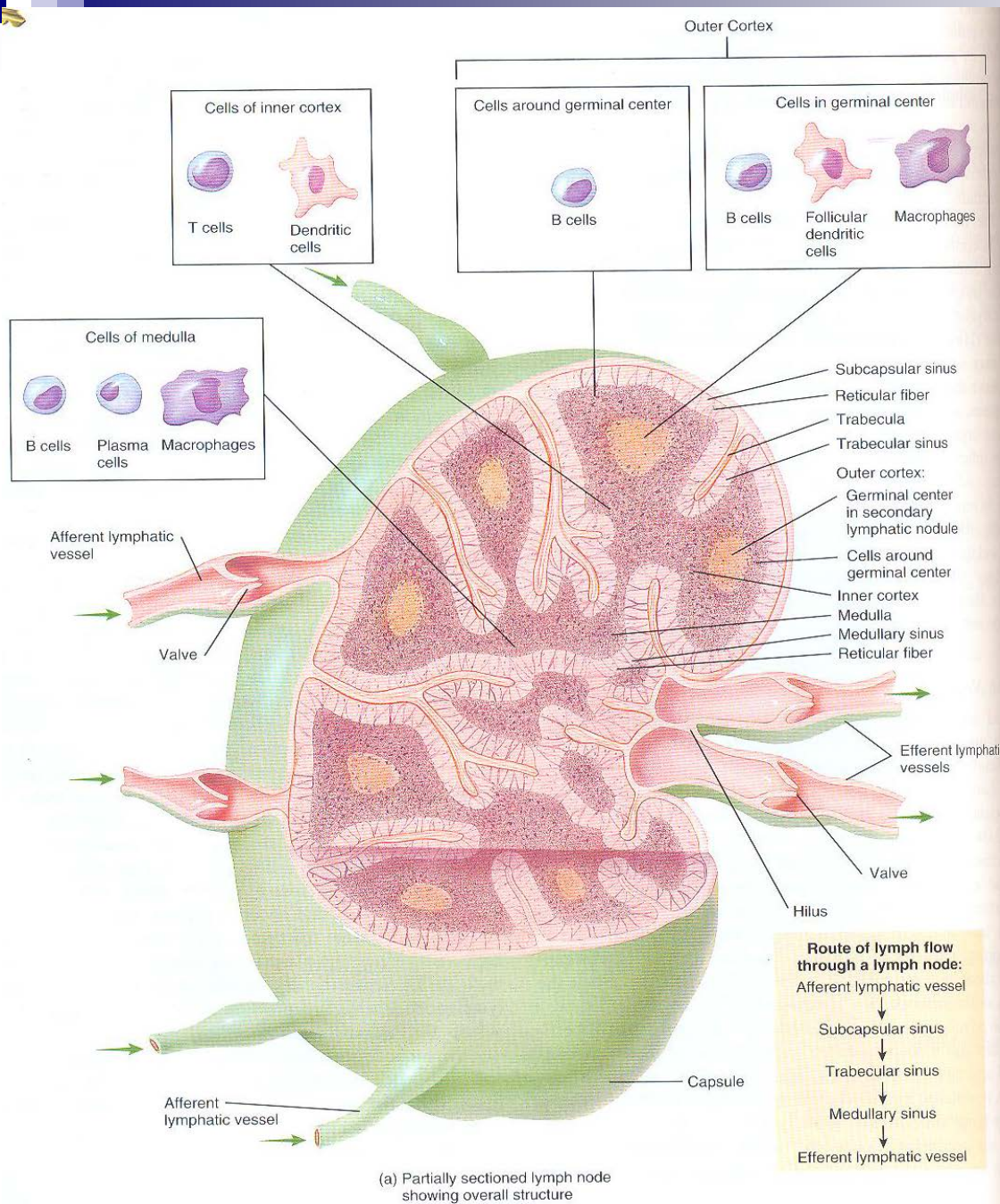
النسيج اللمفاوي :Lymphatic Tissue



SYSTEMIC CIRCULATION

PULMONARY CIRCULATION

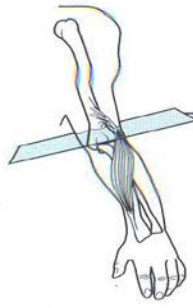




الأنسجة العضلية Muscular Tissue

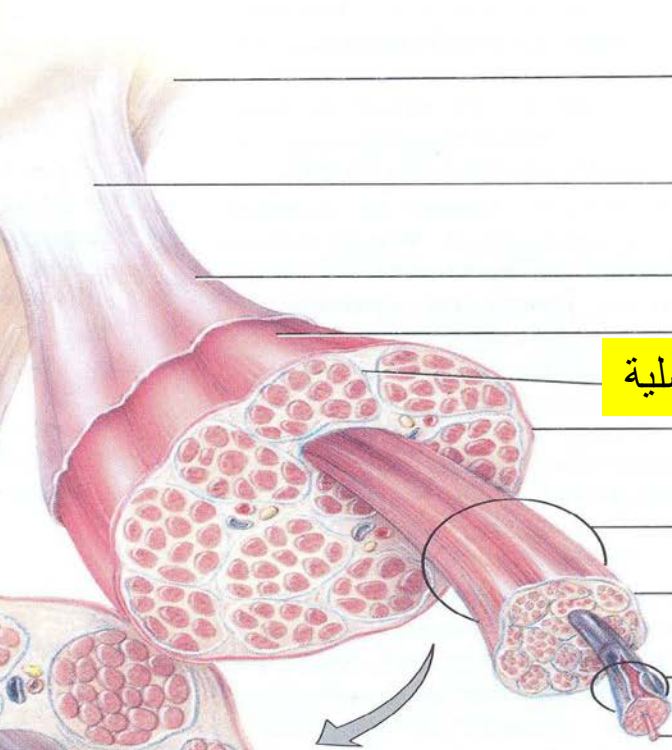
التركيب:

- تتكون العضلة من حزم عضلية.
- كل حزمة عضلية تتكون من الياف عضلية (خليه إسطوانيه متعددة الأنويه).
- الليفة العضلية تتكون من ليفيات عضلية.
- اللييفة العضلية تتكون من خيوط بروتينية (خيوط الأكتين وخيوط الميوسين بالإضافة لبروتينات تروبونين وتروبوميوسين).
- يسمى سيتوبلازم الليفة العضلية بالساركوبلازم.
- يسمى غشاء الليفة العضلية بالساركوليم.
- تفقد الخلايا العضليه قدره على الإنقسام بعد نضوجها.



Transverse plane

عظم



Periosteum

Tendon

Deep fascia

عضلة هيكلية

نسيج ضام حول الحزمة العضلية

نسيج ضام حول العضلة

حزمة عضلية

Perimysium

ليف (خلية) عضلية

لييفة عضلية

نسيج ضام حول اللييفة العضلية

Blood capillary

النواة

ليف عضلية

ساركوبلازما

ساركوليم

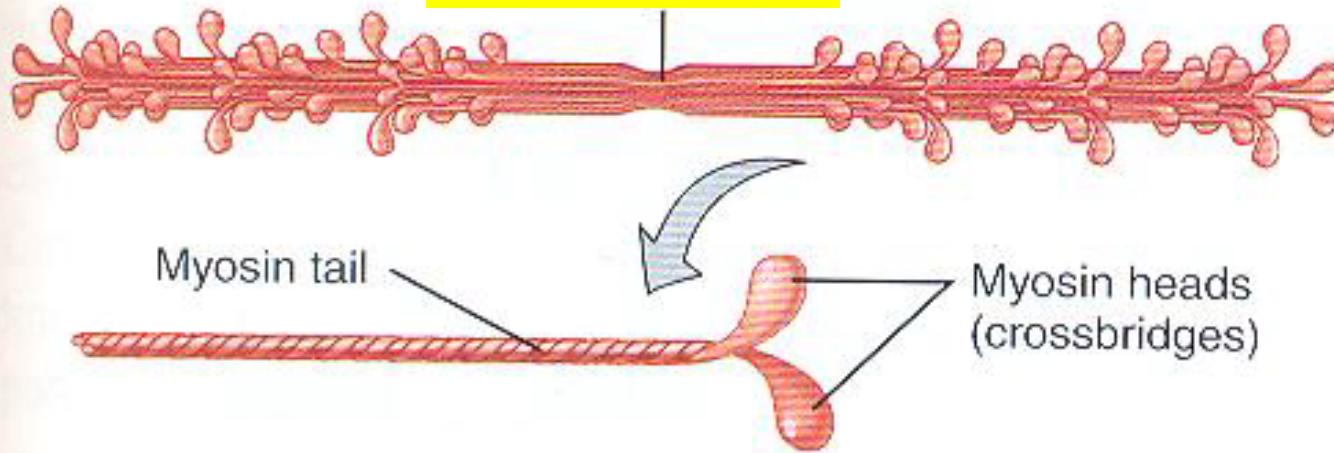
لييفة عضلية

خيوط بروتينية

حزمة عضلية

Transverse sections

خيوط الميوسين (سميكة)

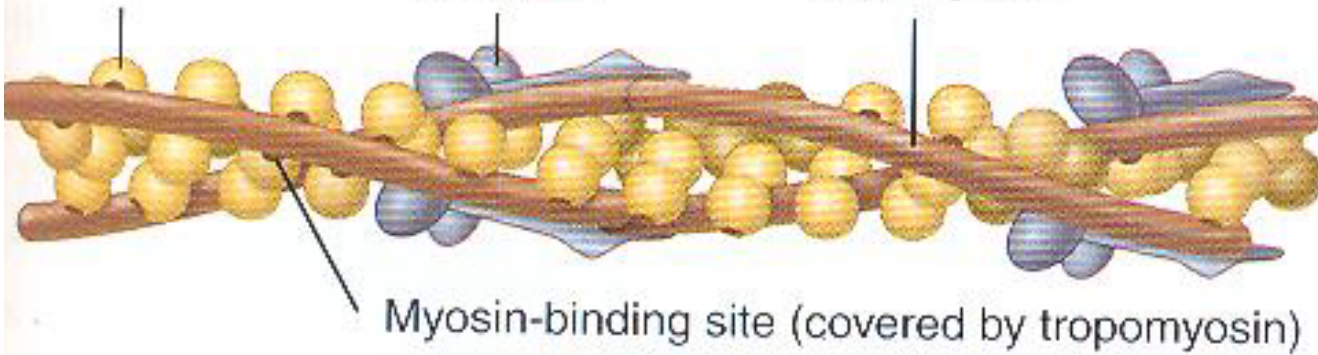


(a) One thick filament (above) and a myosin molecule (below)

خيوط الأكتين (رفيعة)

التروبونين

التروبوميوسين

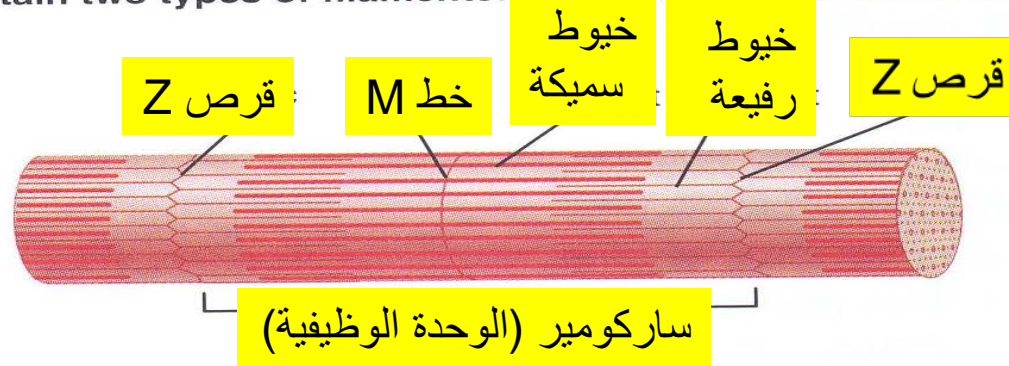


(b) Portion of a thin filament

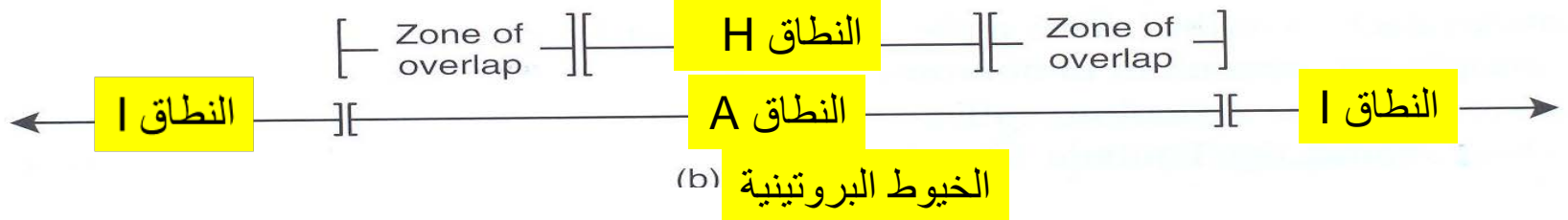
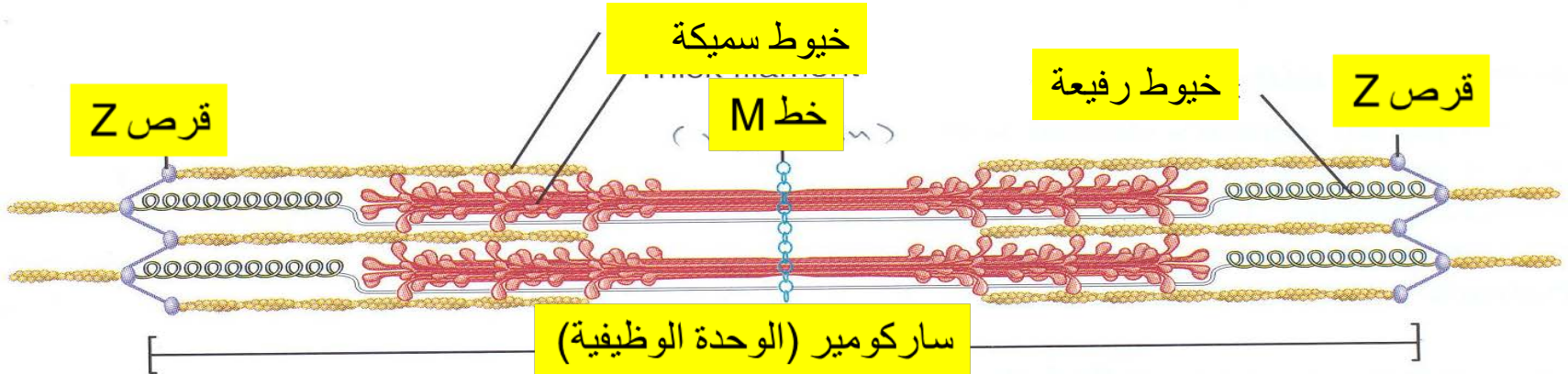
ترتيب الخيوط البروتينية داخل اللييفة العضلية

extends from one Z disc to the next.

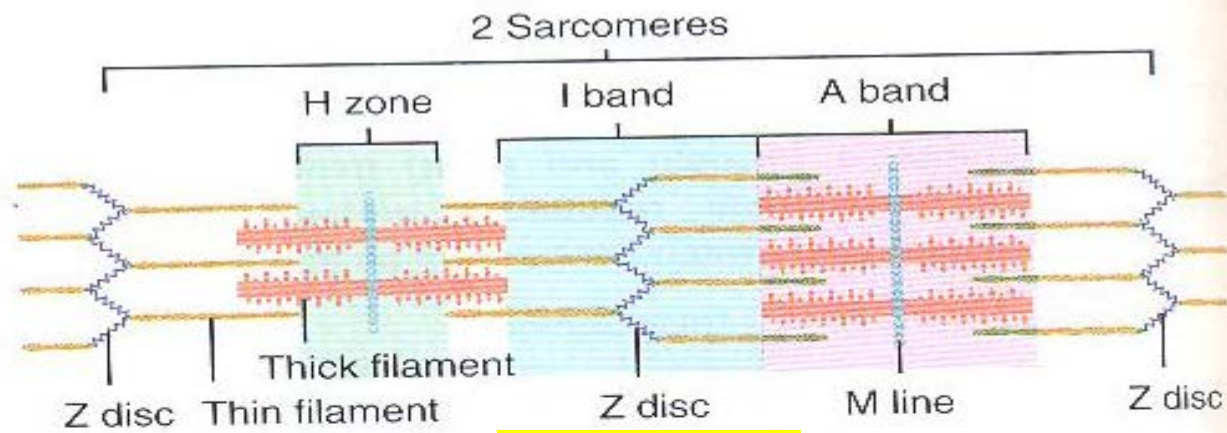
Myofibrils contain two types of filaments: thick filaments and thin filaments.



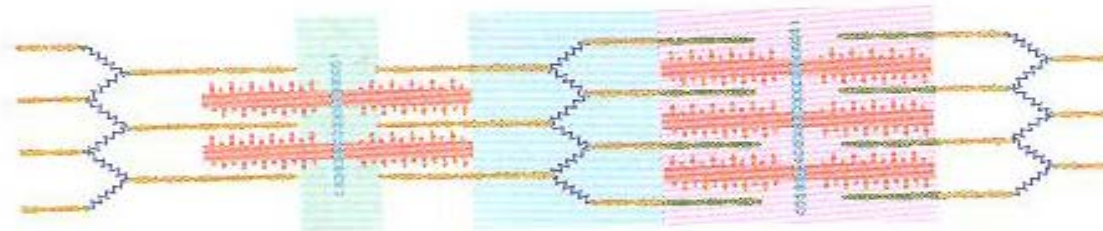
(a) لييفة عضلية



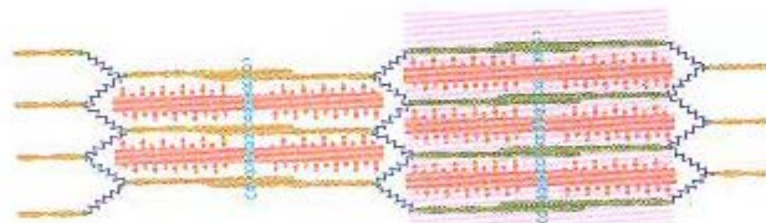
(b) الخيوط البروتينية



(a) عضلة مسترخية



(b) عضلة منقبضة جزئياً



(c) عضلة منقبضة كلياً

يوجد ثلاثة أنواع من الأنسجة العضلية:

- العضلات الهيكلية Skeletal Muscles.
- العضلات الملساء Smooth Muscles.
- العضلات القلبية Cardiac Muscles.

العضلات الهيكلية :Skeletal Muscles

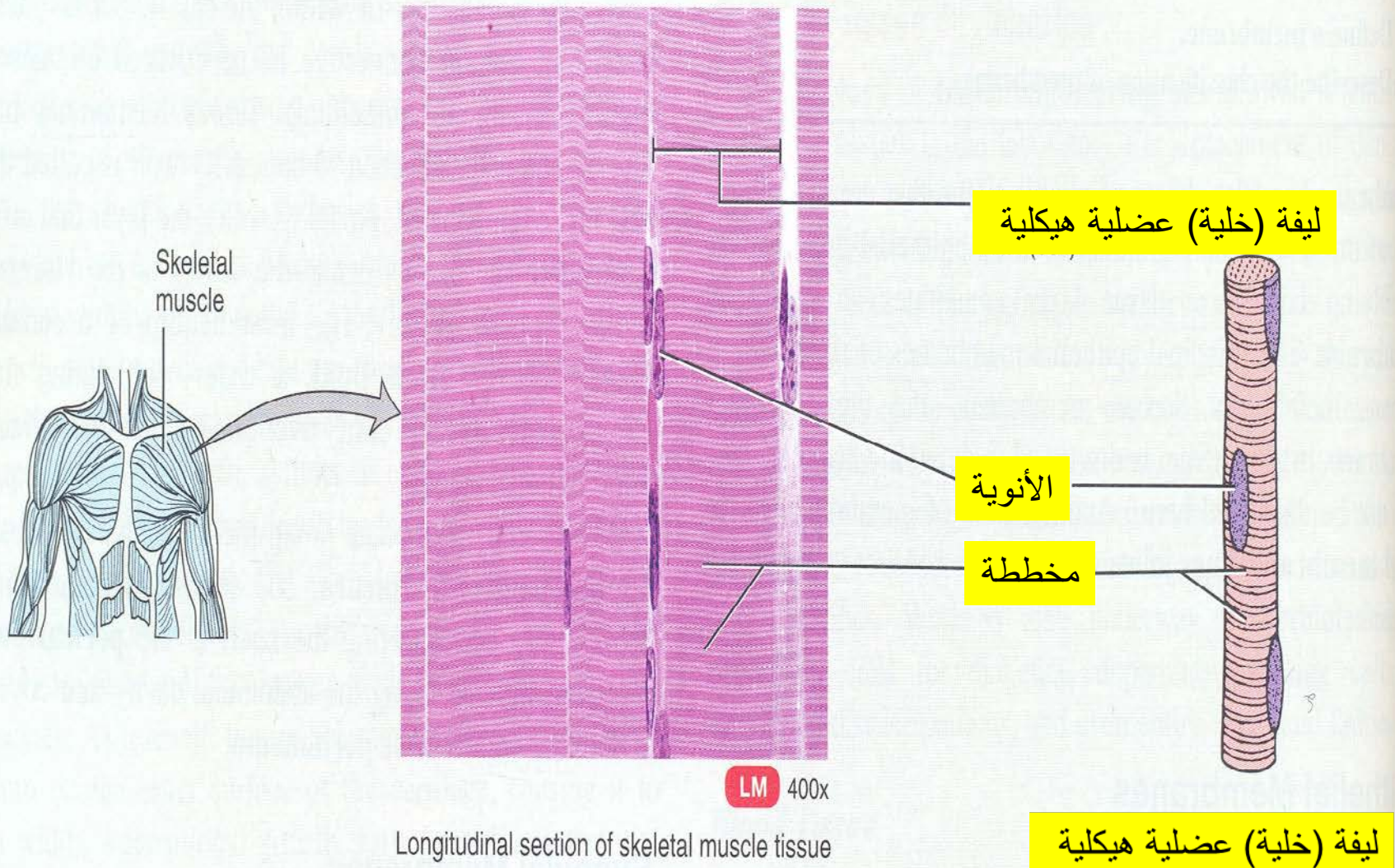
- تكوّن الجزء الأكبر مما يسمى بلحم الحيوان.
- عضلات إرادية ترتبط بالهيكل العظمي ومسئولة عن الحركة. الليفة العضلية أسطوانية الشكل، وتغلف بغشاء رقيق يعرف بالصفحة اللحمية sarcolemma.
- يوجد بداخلها عدد كبير من الأنوية nuclei حافية الموضع.
- الليفة العضلية تحتوي على العديد من الليفيات العضلية وعلى أشربة معومة وأشربة مضيئة بالتبادل، ولذلك تبدو مخططة.
- ترتبط الألياف العضلية المخططة بعضها البعض بنسيج ضام لتكون حزمًا، و ترتبط هذه الحزم بدورها بعضها البعض بنسيج ضام لتكون عضلات جسم الحيوان.

A. Skeletal muscle tissue

Description: Long, cylindrical, striated fibers with many peripherally located nuclei; voluntary control.

Location: Usually attached to bones by tendons.

Function: Motion, posture, heat production.



العضلات الملساء:

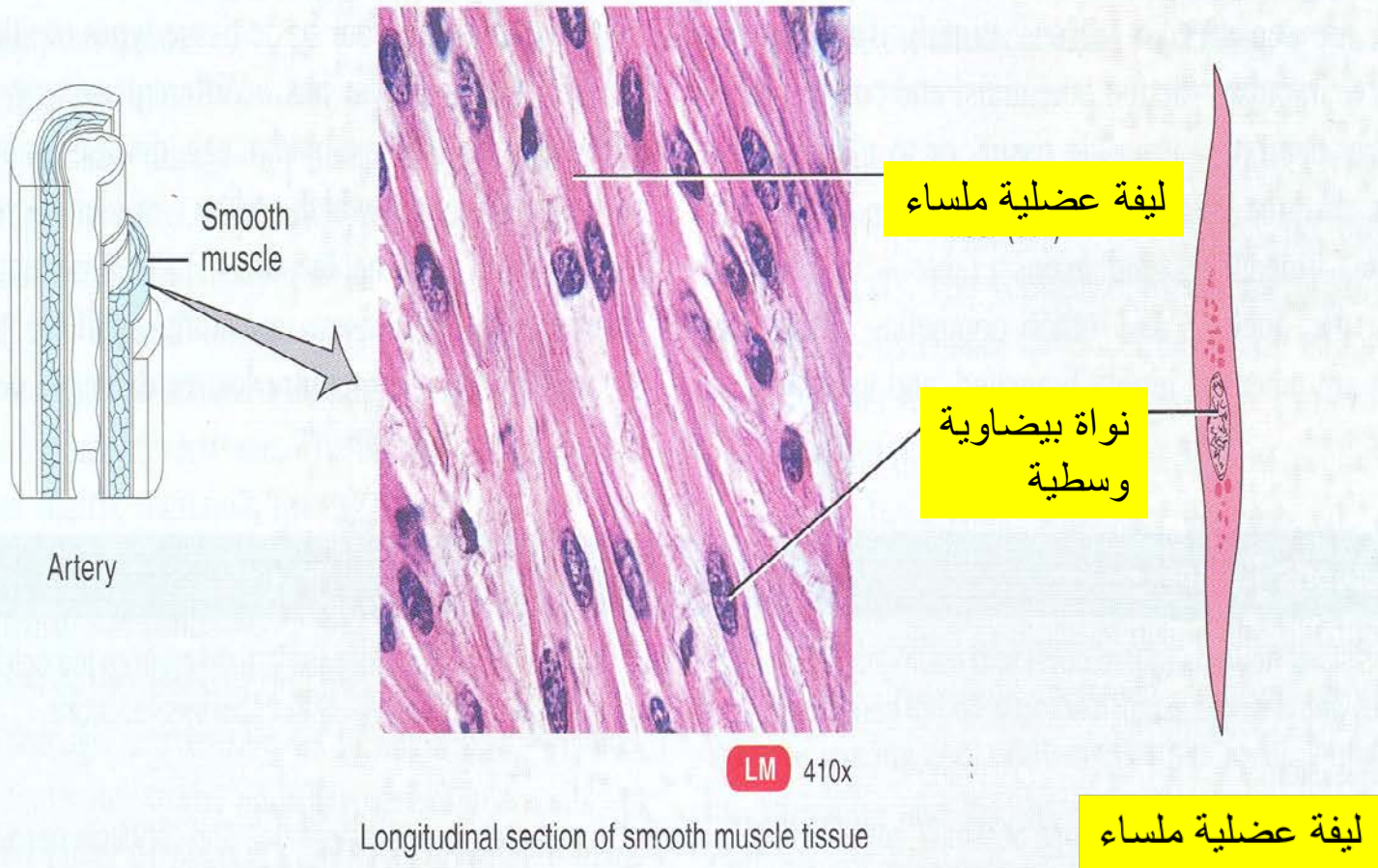
- هي العضلات غير الإرادية الموجودة في جسم الحيوان.
- الليفة العضلية غير مخططة رفيعة ومدببة الطرفين.
- تحتوي بداخلها على عدد من اللييفات العضلية وكمية قليلة من الساركوبلازما ونواة بيضية في الوسط .
- توجد في جدر الأعضاء المجوفة كالقناة الهضمية والأوعية الدموية والجهاز التناسلي والبولي والجهاز التنفسي.

C. Smooth muscle tissue

Description: Spindle-shaped (thickest in middle and tapering at both ends), nonstriated fibers with one centrally located nucleus; involuntary control.

Location: Walls of hollow internal structures such as blood vessels, airways to the lungs, stomach, intestines, gallbladder, urinary bladder, and uterus.

Function: Motion (constriction of blood vessels and airways, propulsion of foods through gastrointestinal tract, contraction of urinary bladder and gallbladder).



العضلات القلبية :Cardiac Muscles

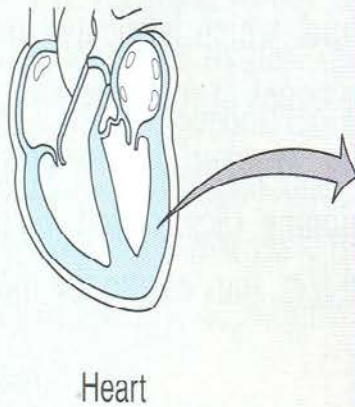
- توجد هذه العضلات في القلب فقط.
- تتميز بانقباضاتها المنتظمة التي تحدث دقات القلب.
- تظهر هذه الألياف في القطاع الطولي مخططة، متفرعة ومتصلة بعضها البعض لتكون تركيباً شبكياً.
- الأنوية في هذه الألياف تقع في وسط الليفة.
- الأقراص البينية intercalated disc تمثل مكان إتصال كل ليفة بالليفة المجاورة لها.

B. Cardiac muscle tissue

Description: Branched striated fibers with one or two centrally located nuclei; contains intercalated discs; involuntary control.

Location: Heart wall.

Function: Pumps blood to all parts of the body.



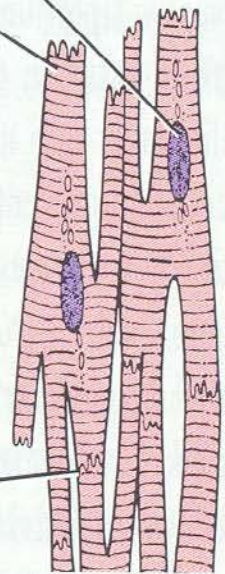
Longitudinal section of cardiac muscle tissue

النواة

مخططة

ليفة عضلية قلبية

أقراص بينية



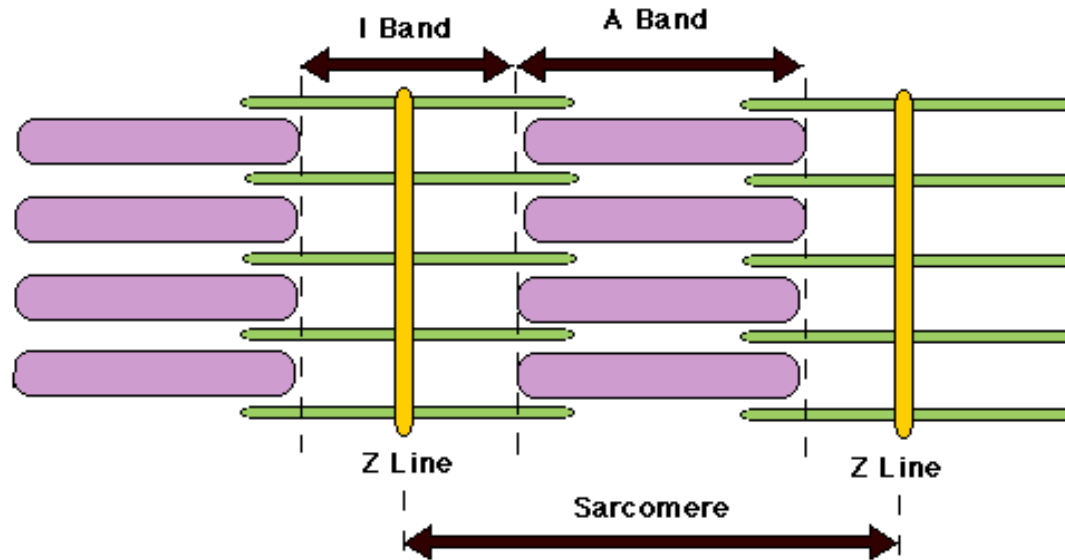
التقلص العضلي Muscle contraction

تقسم العضلات الى ثلاثة أنواع رئيسية:

- العضلات الهيكلية Skeletal muscles والتي ترتبط بالعظام و تساعد في حركة الجسم.
- العضلة القلبية Cardiac muscle في القلب حيث تعمل على ضخ الدم في الدورة الدموية.
- العضلات الملساء Smooth muscles في جدر الأعضاء المجوفة كالأوعية الدموية والأمعاء.

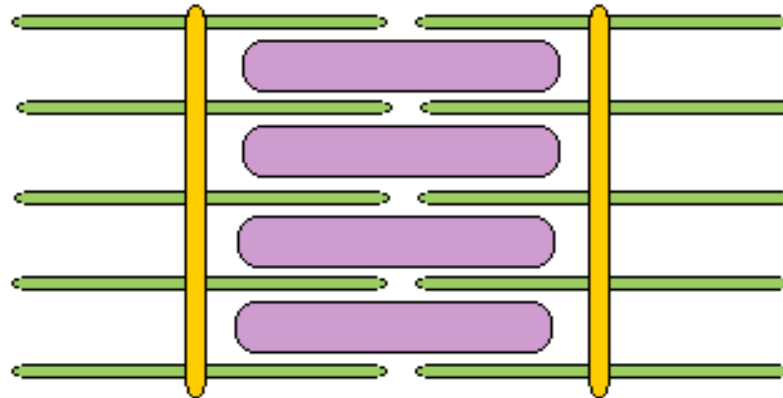
➤ الوحدة الأساسية فى عملية التقلص العضلى تعرف بالساركومير Sarcomere.

➤ العضلات الهيكلية والقلبية هى عضلات مخططة Striated، هذا التخطيط يرجع الى وجود أنواع مختلفة من الحزم الليفية أهمها الحزمة A والحزمة I والخط Z line، الوحدة التى تقع بين خطى Z تمثل Sarcomere.

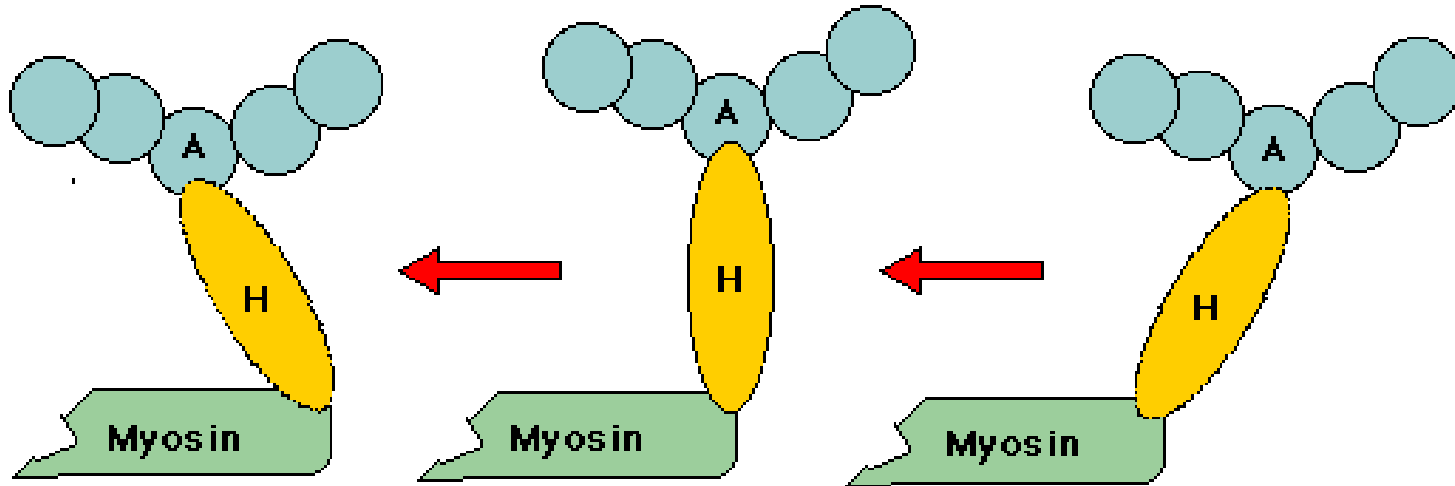


➤ هذه الحزم تتكون من بروتينات قلوب Contractile protein أهمها الأكتين Actin (خيوط رقيقة) والميوسين Myosin (خيوط سميقة)، يتواجد النوعين في الحزمة A فيما يوجد الأكتين فقط في الحزمة I.

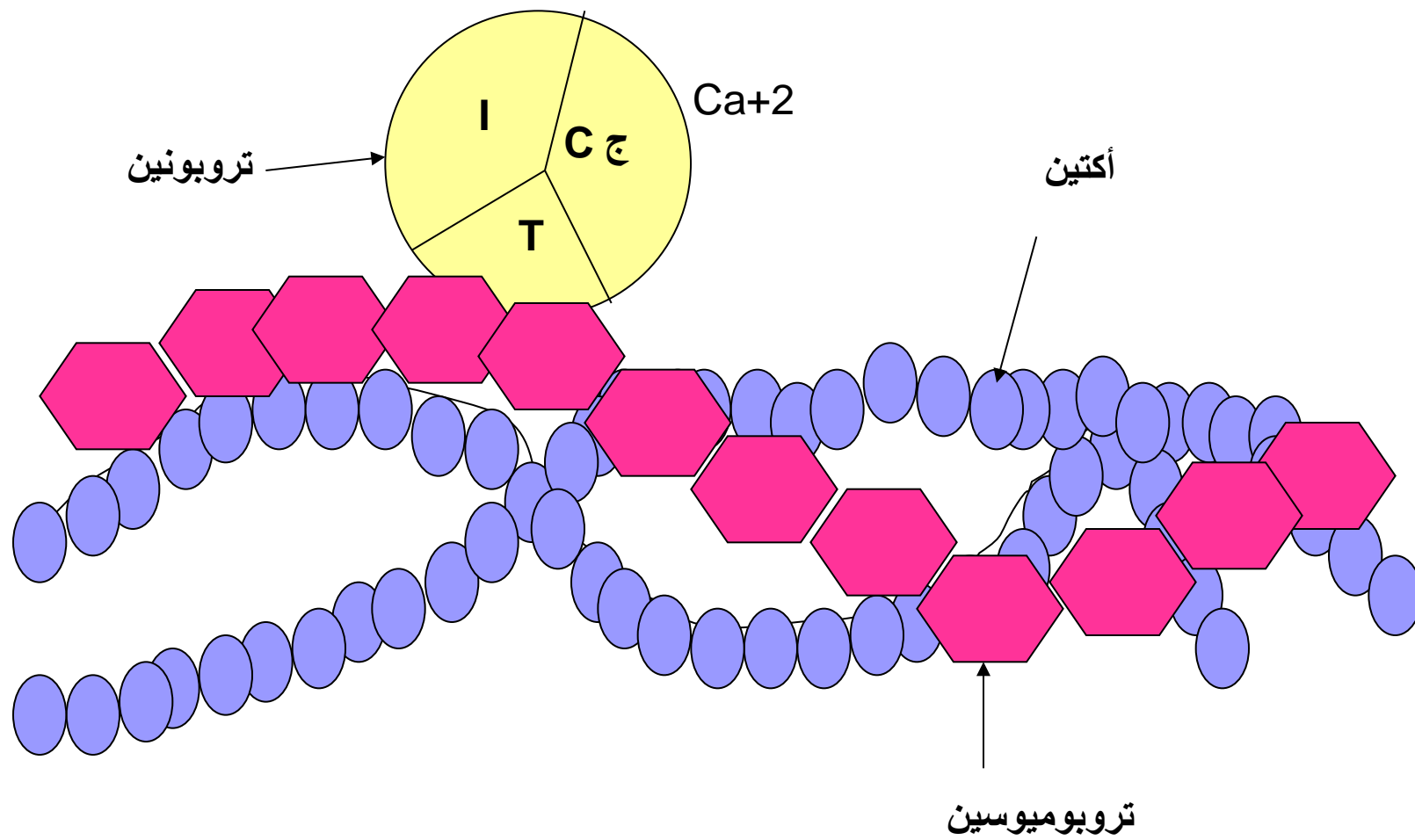
➤ عند التقلص العضلي تنزلق خيوط الأكتين الى داخل الحزمة A فوق خيوط الميوسين، مما يؤدي الى تحريك خطوط Z قريبا من بعضها البعض وبالتالي تقصير الساركومير Sarcomere.



➤ لحدوث التقلص العضلي ترتبط في البدء رؤوس الميوسين H بخيوط الأكتين A مكونة ما يعرف بال Cross bridge، بعد ذلك تنحني رؤوس الميوسين مما يؤدي الى انزلاق خيوط الأكتين عليها.



- عمليتي التقلص والأسترخاء العضلي تتطلب طاقة ATP.
- عندما تنفذ ال ATP بعد الموت فان العضلات تدخل مرحلة ما يعرف بالتيسس الرمي Rigor mortis.
- تلعب أيونات الكالسيوم دورا حيويا فى عملية التقلص العضلي.
- تحت ظروف الراحة تغطى مناطق ارتباط رؤوس الميوسين على الأكتين ببروتين التروبوميوسين Tropomyosin والذي يرتبط ببروتين اخر يسمى التروبونين Troponin.
- ترتبط ايونات الكالسيوم بالتروبونين ج، مما يؤدي الى تحريك التروبوميوسين وكشف مناطق ارتباط رؤوس الميوسين على الأكتين و بالتالى الى التقلص العضلي فى وجود الطاقة ATP.



➤ تخزين ايونات الكالسيوم داخل الشبكة الساركوبلازمية Sarcoplasmic reticulum في الخلايا العضلية.

➤ يتم اثارة العضلات بواسطة الياف عصبية ترتبط بالخلايا العضلية فيما يعرف بالمشبك العصبى العضلى Neuromuscular junction.

➤ تفرز الأعصاب الناقل العصبى الأسيتايل كولين Acetylcholine والذي يرتبط بمستقبلاته النيكوتينية على غشاء الخلية العضلية مما يولد كمون فعل Action potential عضلى.

➤ ينتقل كمون الفعل الى داخل الخلية العضلية عبر القنوات المستعرضة ليصل الشبكة الساركوبلازمية ويؤدى الى طرح أيونات الكالسيوم.

➤ بعد انتهاء التقلص العضلى يجب ضخ ايونات الكالسيوم
سريعا الى الشبكة الساركوبلازمية ضد التركيز فى عملية
تستهلك طاقة.

➤ ألياف العضلات الهيكلية تتقلص بصورة مستقلة عن بعضها
البعض.

➤ تتقلص عضلة القلب والعضلات الملساء كوحدة واحدة.
ويرجع هذا الى وجود الصفائح البينية Intercalated
disc بين الألياف فى العضلة القلبية والواصلة المحكمة
Gap junction فى العضلات الملساء، مما يؤدي الى
انتشار الأثرارة من خلية الى اخرى حتى تغطى كل الألياف
العضلية.

- 1 Nerve impulse arrives at axon terminal of motor neuron and triggers release of acetylcholine (ACh).

- 2 ACh diffuses across synaptic cleft, binds to its receptors in the motor end plate, and triggers a muscle action potential (AP).

- 3 Acetylcholinesterase in synaptic cleft destroys ACh so another muscle action potential does not arise unless more ACh is released from motor neuron.

- 4 Muscle AP travelling along T tubule opens Ca^{2+} release channels in the sarcoplasmic reticulum (SR) membrane, which allows calcium ions to flood into the sarcoplasm.

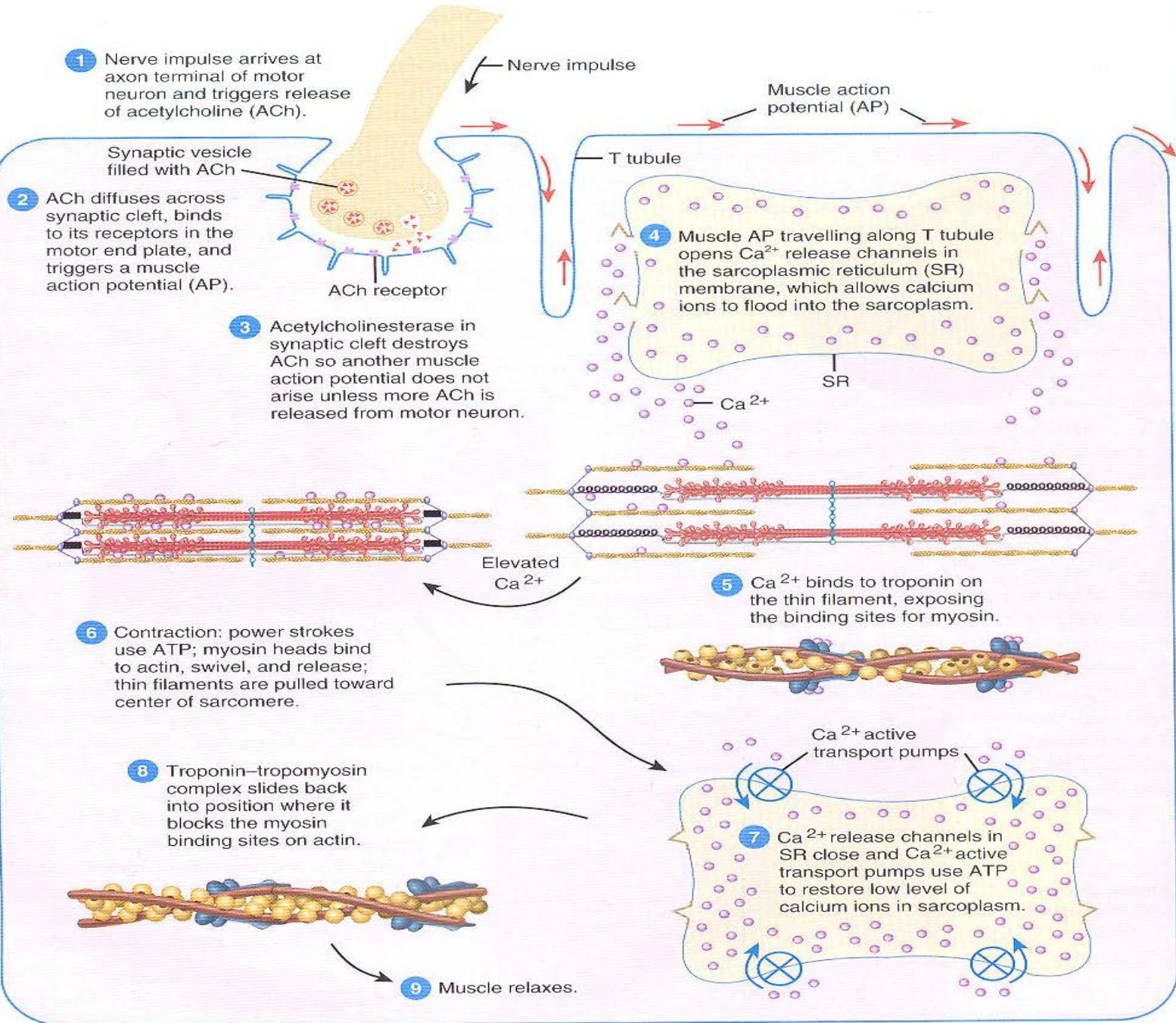
- 5 Ca^{2+} binds to troponin on the thin filament, exposing the binding sites for myosin.

- 6 Contraction: power strokes use ATP; myosin heads bind to actin, swivel, and release; thin filaments are pulled toward center of sarcomere.

- 8 Troponin-tropomyosin complex slides back into position where it blocks the myosin binding sites on actin.

- 7 Ca^{2+} release channels in SR close and Ca^{2+} active transport pumps use ATP to restore low level of calcium ions in sarcoplasm.

- 9 Muscle relaxes.



مقارنة بين العضلات الهيكلية وعضلة القلب والعضلات الملساء

الخاصية	الهيكلية	القلبية	الملساء
مخططة	Yes	Yes	No
سرعة التقلص	سريع	متوسط	بطيء
التحكم الإرادى	Yes	No	No
عدد الأنوية/الخلية	عديدة	واحدة	واحدة
التحكم فى التقلص	عصبي	ذاتي ولكن يتم تنظيمه عصبياً	عصبياً وهرمونياً وبواسطة الشد او التوتر
التوصيل بين الخلايا	No	Yes	Yes

الأنسجة العصبية

- الجهاز العصبي من الناحية التشريحية عبارة عن شبكة اتصالات عامة تربط بين جميع أجزاء الجسم عن طريق مجموعة من الأعصاب الممتدة ما بين أطراف الجسم والدماغ.
- الجهاز العصبي من الناحية الوظيفية يسيطر على أجهزة الجسم المختلفة، ويشرف على جميع وظائفه العضوية وينسق فيما بينها بما يحقق وحدة وتكامل الكائن الحي.
- يتרכب النسيج العصبي من خلايا تخصصت في إستقبال المؤثرات الخارجية والداخلية ونقل هذه المؤثرات بين أجزاء الجسم المختلفة.
- تنشأ الأنسجة العصبية من طبقة الإكتودرم .

تقسم الخلايا العصبية من حيث التركيب إلى:

➤ خلايا عصبية Neurons وهي خلايا مكتملة التكوين، لا تتكاثر ولا تحتوي على أجسام مركزية.

➤ خلايا الغراء العصبي Neuroglia والتي تربط الخلايا العصبية بعضها البعض وتحميها وتمدها بالغذاء والأيونات اللازمة لأداء وظيفتها.

وتقسم الخلايا العصبية من حيث الوظيفة إلى:

➤ خلايا حسية Sensory والتي تنقل المؤثرات من مواضع الإحساس إلى الجهاز العصبي.

➤ خلايا رابطة Integrative والتي تصل الخلايا الحسية والحركية ببعضها وتشكل التركيب الأساسي للمخ والحبل الشوكي.

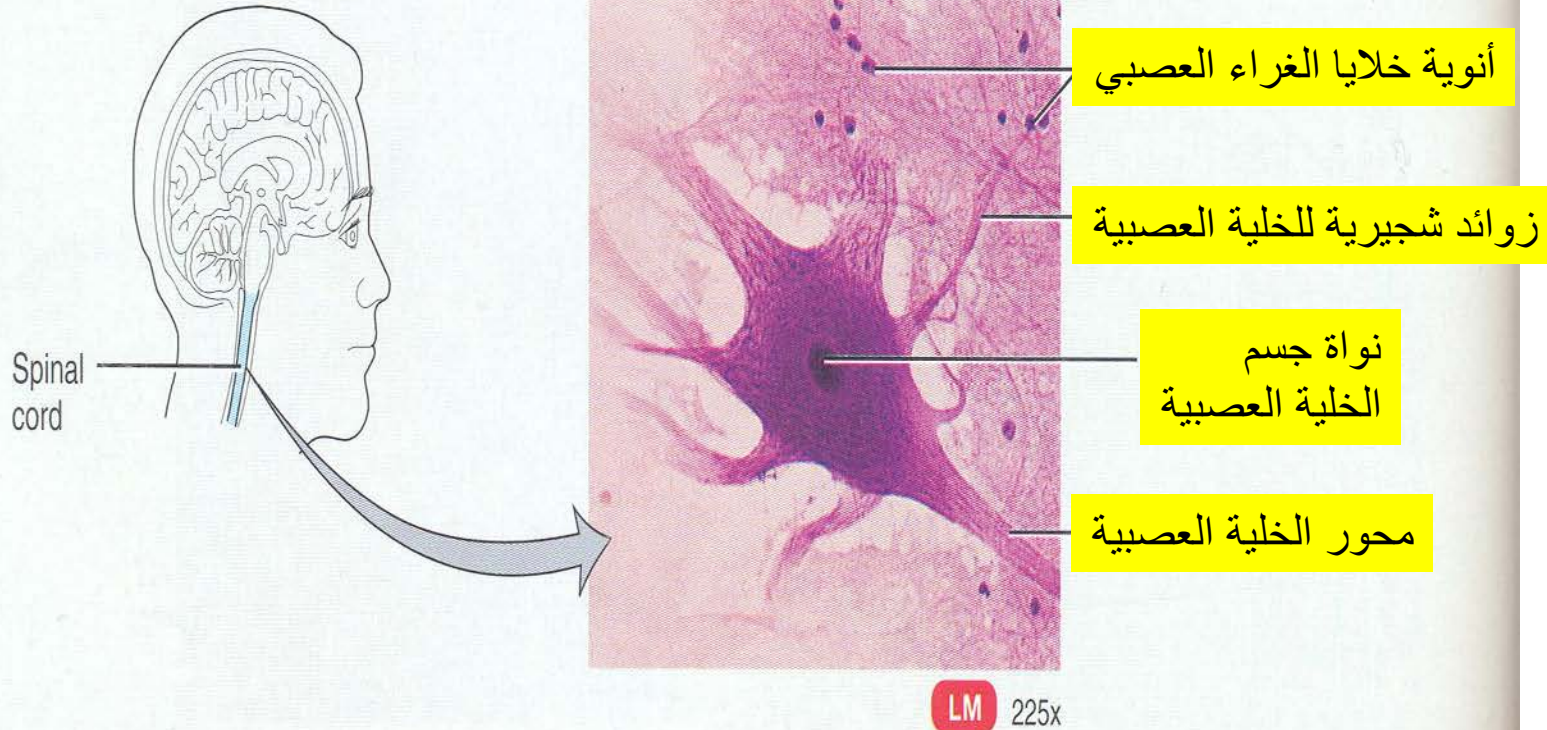
➤ خلايا حركية Motor والتي تنقل الأوامر إلى أعضاء الإستجابة مثل العضلات.

Table 4.5 Nervous Tissue

Description: Consists of neurons (nerve cells) and neuroglia. Neurons consist of a cell body and processes extending from the cell body (multiple dendrites and a single axon). Neuroglia do not generate or conduct nerve impulses but have other important functions.

Location: Nervous system.

Function: Exhibits sensitivity to various types of stimuli, converts stimuli into nerve impulses (action potentials), and conducts nerve impulses to other neurons, muscle fibers, or glands.



Neuron of spinal cord

تتكون الخلية العصبية **nerve cell or neuron** من:

➤ زائدة واحدة طويلة تعرف بالمحور Axon تمتد من جسم الخلية العصبية وتنتهي بعدد من التفرعات الصغيرة التي تعرف بالتفرعات الإنتهائية Axon terminals.

➤ عدد من الزوائد الصغيرة المتفرعة والتي تعرف بالزوائد الشجيرية Dendrites والتي تستقبل المؤثرات وتنقل السيالات العصبية إلى جسم الخلية العصبية.

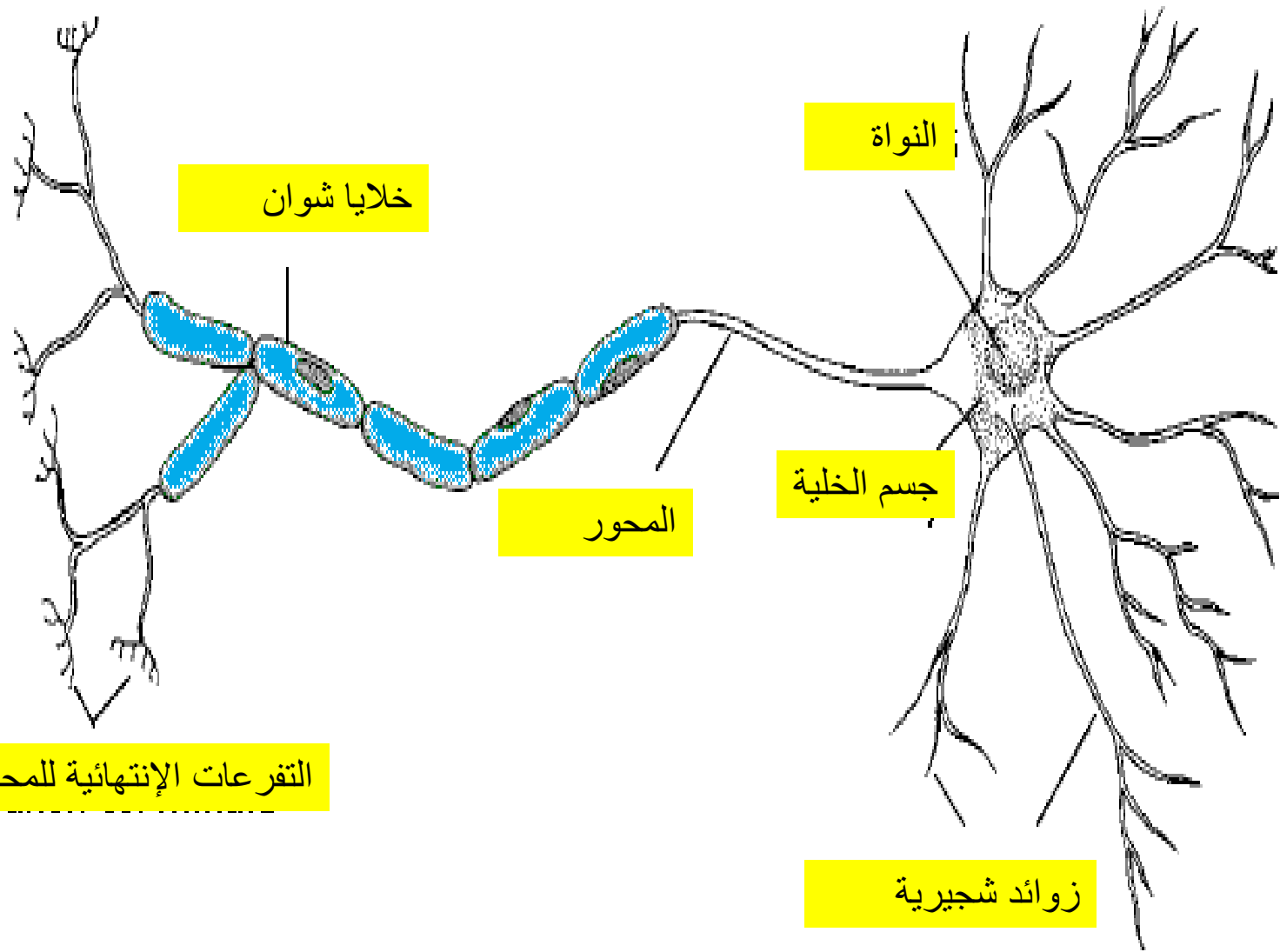


Table 12.1 Neuroglia

Type

Appearance

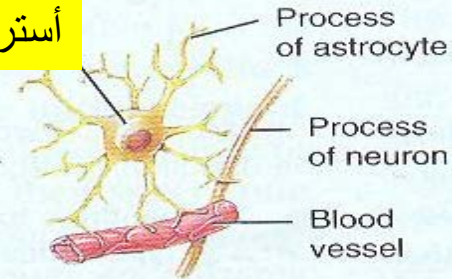
خلايا الغراء العصبي

Central Nervous System

Astrocytes (AS-trō-sīts;
astro- = star; *-cyte* = cell)

Star-shaped, with many processes.

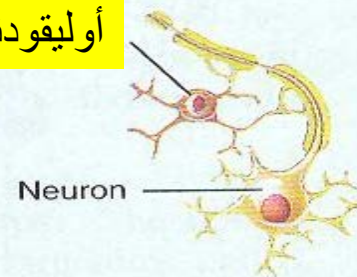
أستروسايت



Oligodendrocytes
(OL-i-gō-den'-drō-sīts;
oligo- = few; *dendro-* = tree)

Smaller than astrocytes, with fewer processes; round or oval cell body.

أوليغودندروسايت

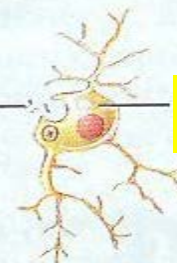


Microglia
(mī-KROG-lē-a; *micro-* = small)

Small cells with few processes; derived from mesodermal cells that also give rise to monocytes and macrophages.

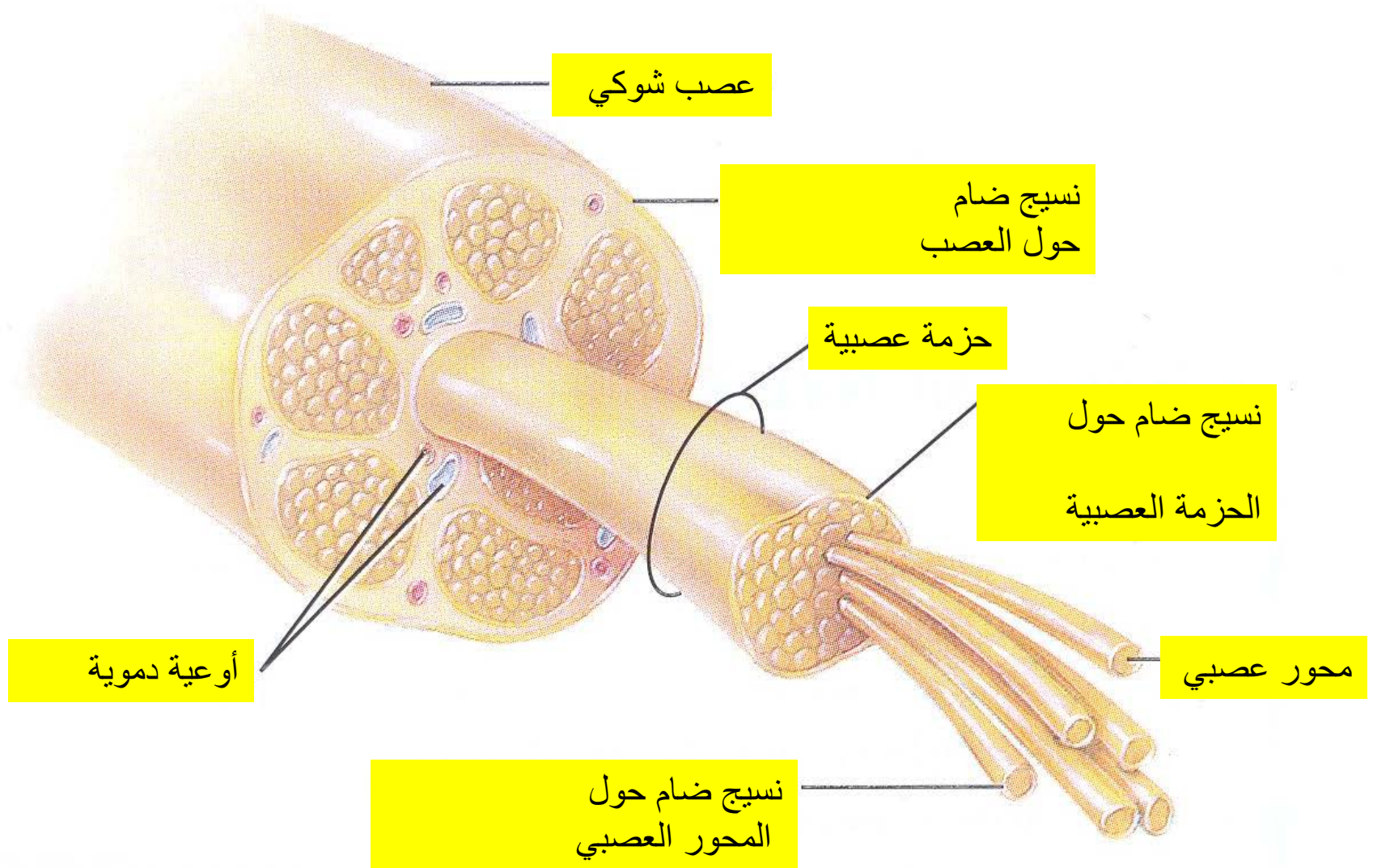
Microbes,
cellular debris

مايكروغليا

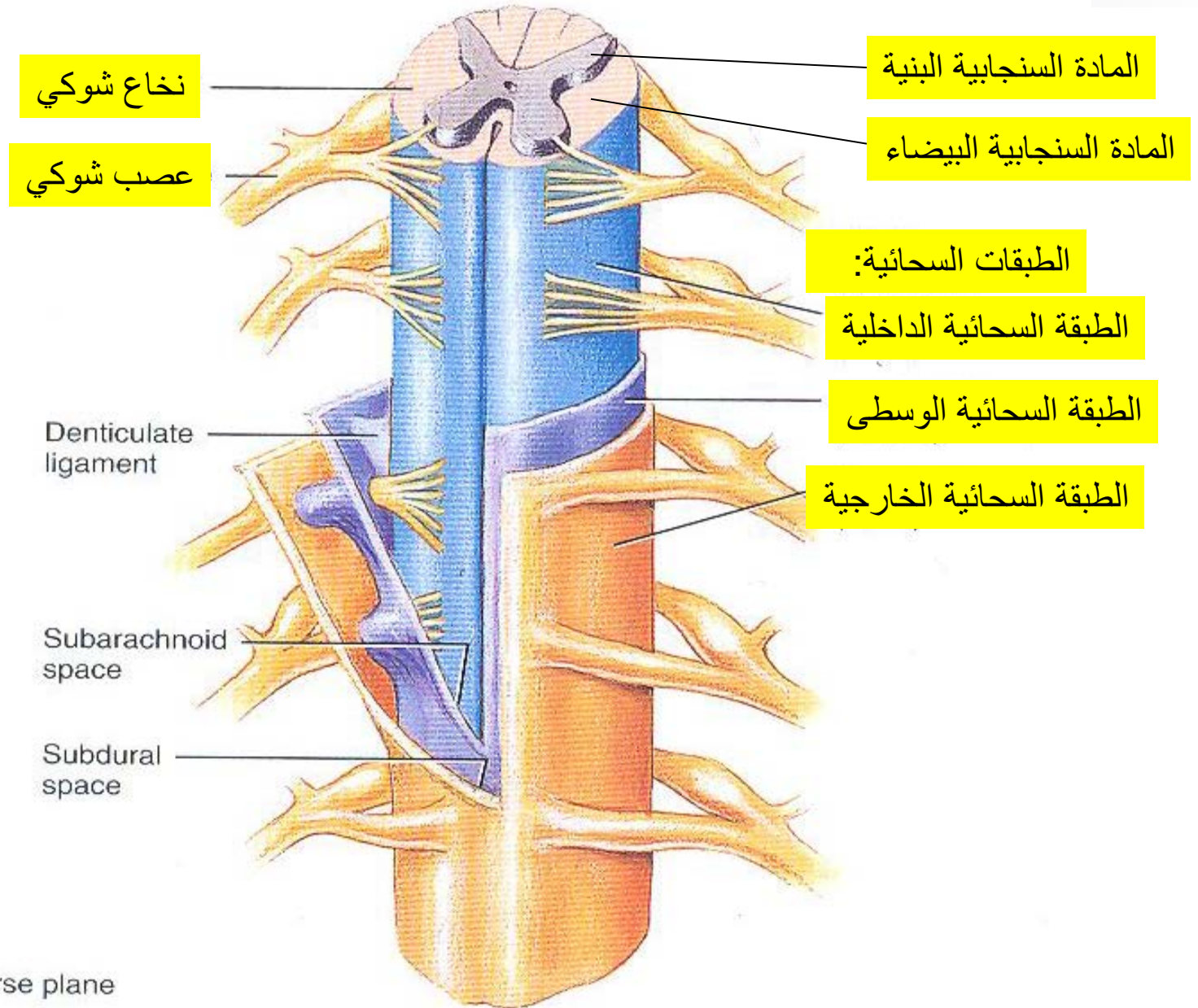


الأعصاب nerves:

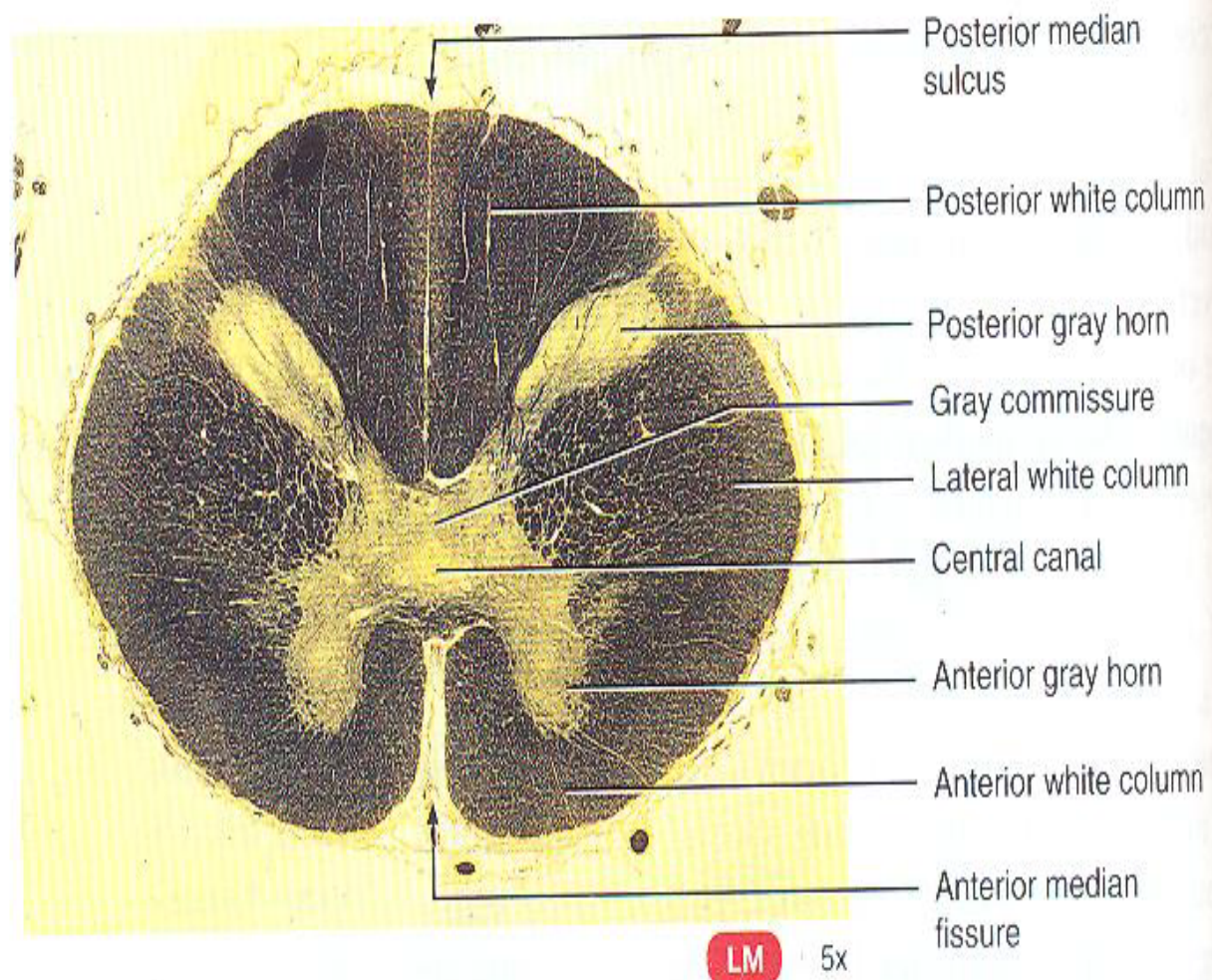
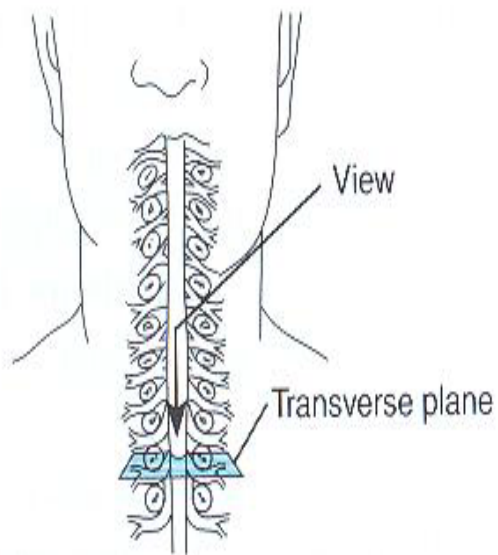
- تتجمع محاور الخلايا العصبية Axons مع بعضها البعض لتكون حزماً تسمى الأعصاب nerves.
- توجد أجسام الخلايا العصبية في الجهاز العصبي المركزي في المادة السنجابية grey matta للمخ والنخاع الشوكي (نواة)، كما توجد في العقد العصبية nerve ganglia خارج الجهاز العصبي المركزي.
- تخرج الأعصاب من هذه الأعضاء لتمتد إلى أنسجة وأعضاء الجسم المختلفة.



(a) Transverse section showing the coverings of a spinal nerve



orse plane



1 مستقبلات حسية
تستجيب للمؤثرات من
خلال توليد كمون فعل

2 عصب حسي يعمل على نقل
النبضات العصبية للمركز

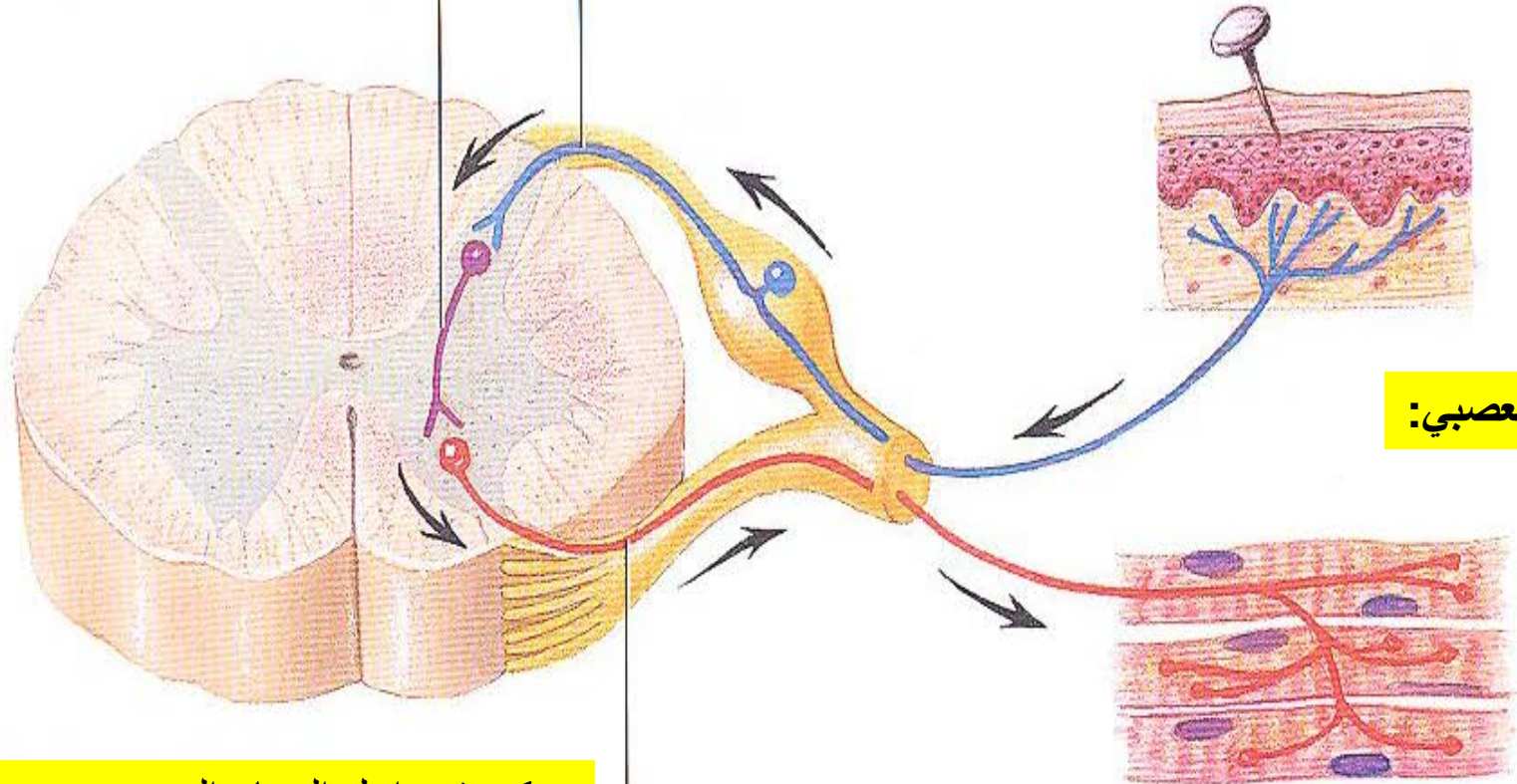
عصب بيني

المنعكس العصبي:

3 مركز يقع داخل الجهاز العصبي
المركزي يعمل على تحويل النبضات
من العصب الحسي للعصب الحركي

4 عصب حركي يعمل على
نقل النبضات العصبية
للعضو المستهدف

5 العضو المستهدف
(عضلة، غدة) والتي
تستجيب لنبضات العصب
الحركي



الجهاز العصبي Nervous System

➤ يعتبر الجهاز العصبي بجانب جهاز الغدد الصم
Endocrine System جهاز التحكم الرئيسي لكل
وظائف الجسم.

يقسم الجهاز العصبي الى:

➤ جهاز عصبي مركزي Central Nervous System
(CNS) ويتكون من المخ Brain والنخاع الشوكي
Spinal chord.

➤ جهاز عصبى طرفى Peripheral Nervous System
و يتكون من الأعصاب الحسية Sensory nerves والتي
تعمل على نقل المعلومات (الاحساس) من الأعضاء الطرفية
الى المراكز Centers العصبية فى الجهاز العصبى
المركزى، و أعصاب حركية Motor nerves تعمل على
نقل القرارات (رد الفعل) من المراكز العصبية الى الأعضاء
المستهدفة Target organs.

➤ تجمع أجسام الخلايا العصبية داخل الجهاز العصبى المركزى
يعرف بالنواة Nucleus وتجمعها خارجه يعرف بالعقدة
Ganglion.

➤ الجهاز العصبي الطرفي بدوره يتكون من الأعصاب التي تغذي العضلات الإرادية (العضلات الهيكلية)

Peripheral Voluntary Nervous System

وتلك التي تغذي العضلات غير الإرادية (الملساء والقلبية) والغدد، وتعرف بأسم الجهاز العصبي التلقائي
Autonomic Nervous System.

➤ الجهاز العصبي التلقائي يتكون من أعصاب حركية وينقسم بدوره الى أعصاب ودية Sympathetic و أعصاب نظيرة ودية Parasympathetic.

الجهاز العصبى التلقائى Autonomic Nervous System

- الجهاز العصبى التلقائى يتحكم فى البيئة الداخلية للجسم بصورة منسقة حيث يعمل على تنظيم معدل دقات القلب Heart rate، ضغط الدم، الهضم، التنفس، الاس الهائىروجينى للدم والعديد من الوظائف الأخرى.
- التحكم يتم تلقائيا وتحت مستوى الوعى حيث يتم التنسيق بين عدة نشاطات لاتمام هدف مشترك.
- الجهاز العصبى التلقائى يتكون من عصبين 2 Nerves يصلان بين الجهاز العصبى المركزى CNS والأعضاء المستهدفة Effector organs.

➤ جسام خلايا العصب الأول تتمركز في الجهاز العصبي المركزي، فيما تتمركز أجسام خلايا العصب الثاني خارجها فيا يعرف بالعقد Ganglia

CNS -> Preganglionic nerve -> Ganglion -Postganglionic nerve -> Organ

ليفة قبل عقدية

ليفة بعد عقدية

➤ يتم نقل الأشارات من مستوى الى اخر بواسطة النواقل العصبية Neurotransmitter.

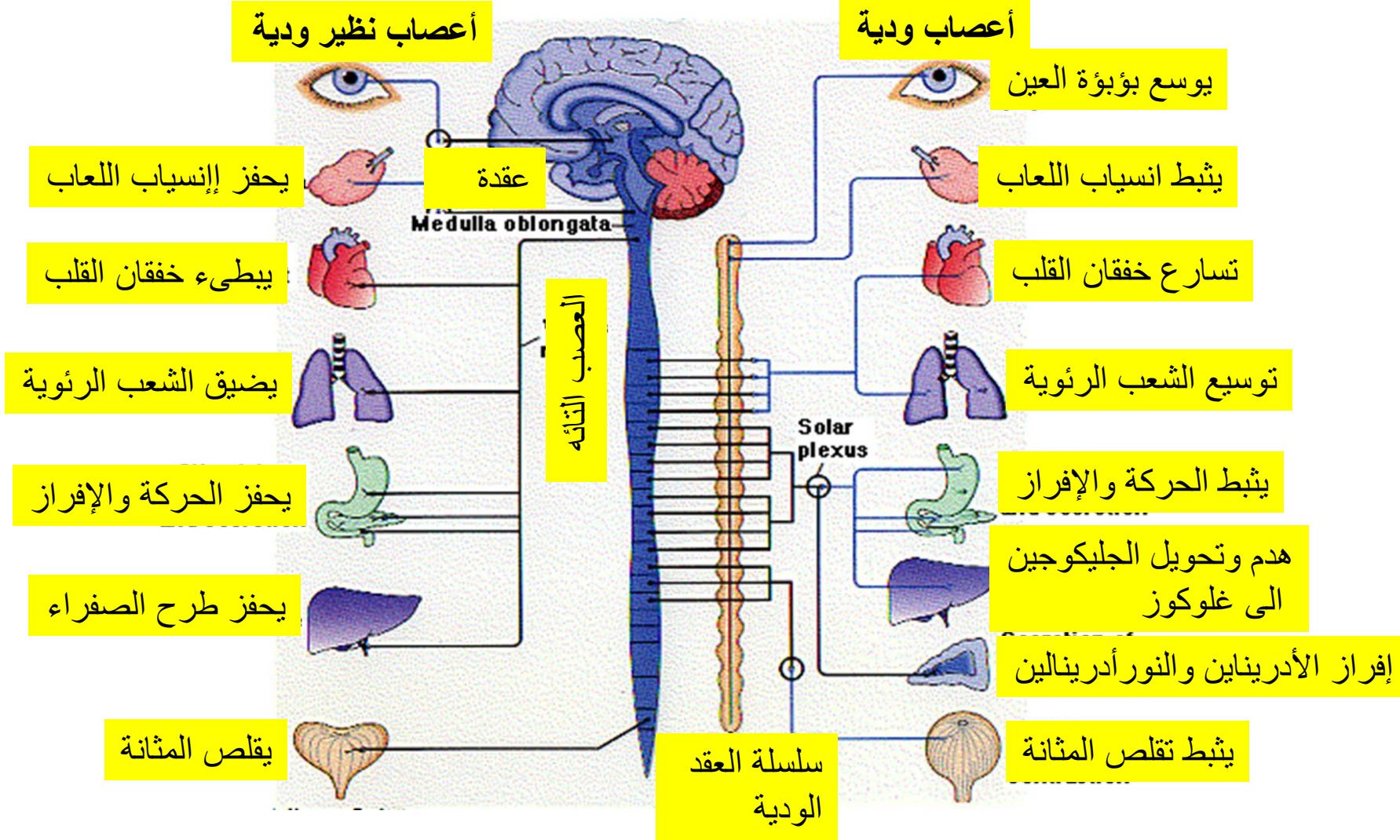
➤ يقسم الجهاز العصبي التلقائي تشريحيًا ووظيفيًا الى جهاز ودى Sympathetic ونظير ودى Parasympathetic.

الأعصاب الودية :Sympathetic Nerves

- تنشأ من الجزء الصدرى والظهرى للنخاع الشوكى.
- تتميز بألياف قبل عقدية قصيرة تتشابك فى عقد مزدوجة بالقرب من النخاع الشوكى.
- لب الغدة الكظرية Adrenal Medulla تعتبر عقدة وألياف بعد عقدية ودية محورة.
- الناقل العصبى فى العقد يتمثل فى الأسيتايل كولين Acetylcholine، وعلى مستوى الأعضاء فى النورأدرينالين والأدرينالين Noradrenalin & Adrenalin.
- يعمل الأسيتايل كولين كناقل عصبى على مستوى الأعضاء فى الأعصاب الودية التى تغذى الغدد العرقية، عضلات الشعر وبعض الأوعية الدموية.

أعصاب نظير ودية

أعصاب ودية



الأعصاب نظير الودية :Parasympathetic Nerves

- تنشأ من المخ ومن الجزء العجزي للنخاع الشوكي.
- تتميز بألياف قبل عقدية طويلة تتشابك في عقد بالقرب من أو على العضو المستهدف.
- الناقل العصبي في العقد وعلى مستوى الأعضاء يتمثل في الأسيتايل كولين Acetyl choline.

الناقل
العصبي
في
الأعضاء

الناقل
العصبي
في العقد

ألياف بعد
عقدية

اللياف قبل
عقدية

الموقع
التشريحي

نور أدرينالين
(NE)

أسيتايل
كولين
(Ach)

طويلة

قصيرة

الصدرية
القطنية

ودي

أسيتايل
كولين
(Ach)

أسيتايل
كولين
(Ach)

قصيرة

طويلة

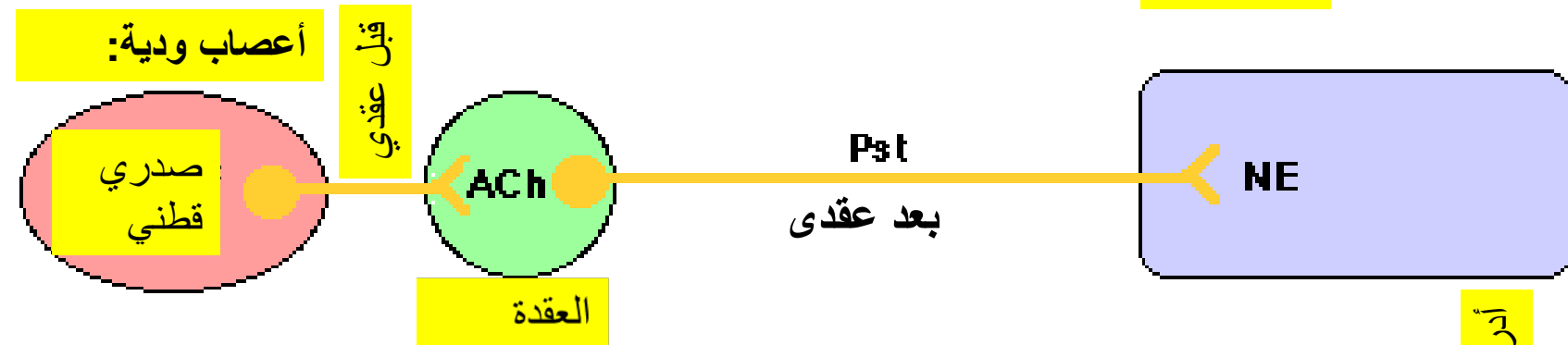
الدماغية
العجزية

نظير ودي

أعصاب نظير ودية:



أعصاب ودية:



لب الغدة الكظرية:



➤ الفرع الودي (السيمبثاوى) هو المسئول من ردود الأفعال التى تنشأ فى الحالات الطارئة التى يحتاج فيها الجسم فجأة لكميات كبيرة من الطاقة كما فى حالات المواجهة أو الهرب
Fight or Flight.

➤ اثارة الأعصاب الودية تؤدى الى زيادة الحصيل القلبى Cardiac output، التهوية الرئوية Pulmonary ventilation، الجريان الدموى للعضلات ومستوى السكر Glucose فى الدم فيما يخفض وظائف الهضم وعملية الترشيح Filtration فى الكلى والوظائف الأخرى التى لا حوجة لها اثناء الطوارئ.

➤ الجهاز السيمبثاوى يلعب دورا مهما فى اوضاع الكروب
Stressful situations.

➤ لب الغدة الكظرية Adrenal medulla يمثل امتدادا طبيعيا للجهاز العصبى الودي حيث يطرح خليط من الأدرينالين (٨٠%) والنورأدرينالين (٢٠%) فى الأوضاع الطارئة.

➤ الفرع نظير الودي يعرف بأنه فرع الراحة والهضم Rest and Digest وهو المسئول من المحافظة الطبيعية على الجسم و ذلك بالحصول على الوحدات البنائية والطاقة من الغذاء والتخلص من الفضلات.

➤ اثارة الاعصاب نظيرة الودية تحفز عمليتي الحركة Motility والأفراز Secretion فى القناة الهضمية Digestive tract، كما تلعب دورا مهما فى عمليتي التبول Urination والتغوط Defecation.

➤ العصب الدماغى رقم ١٠ (العصب التائه Vagus nerve)
يمثل العصب نظير الودى الرئيسى، بالإضافة الى الأعصاب
الدماغية رقم ٣ (Oculomotor)، رقم ٧ (العصب
الوجهى Facial) ورقم ٩ (اللسانى البلعومى
Glossopharyngeal).

➤ يلعب تحت المهاد Hypothalamus دورا مهما فى تنسيق
استجابات الجهاز العصبى التلقائى. يبدو ان جزء من تحت
المهاد مسئول عن استجابات المواجهة والهرب، فيما يدعم
الجزء الآخر نشاطات الراحة والهضم.

مقارنة بين فعل الجهاز السيمبثاوى و نظير السيمبثاوى

- فى الغالب يستقبل العضو تغذية عصبية ودية ونظير ودية ويكون فعلهما متضاداً.
- فى بعض الأحيان يعمل الجهازين الودى ونظير الودى مع بعضهما البعض.
- عند الإتصال الجنسى مثلاً فان الأعصاب نظيرة الودية تدعم الانتصاب **Erection** فيما تحفز الأعصاب الودية عملية القذف **Ejaculation**.

العضو	الإستجابة نظيرة الودية "الراحة والهضم"	الإستجابة الودية "المواجهة والهرب"
القلب	✓ يخفض معدل خفقان القلب ✓ يخفض الحصيل القلبى	✓ يحفز معدل وشدة خفقان القلب ✓ يزيد من الحصيل القلبى
الرئة والشعب	✓ تضيق الشعب الرئوية	✓ توسيع الشعب الرئوية
جليكوجين الكبد	✓ غير مؤثر	✓ هدم الجليكوجين ✓ زيادة السكر فى الدم
الأنسجة الدهنية	✓ غير مؤثر	✓ هدم الدهون ✓ زيادة الأحماض الدهنية فى الدم

الأيض الأساسي	✓ غير مؤثر	✓ يضاعف معدل الأيض الأساسي
المعدة	✓ تحفيز إفراز حمض الهيدروكلوريك والإنزيمات الهضمية ✓ تحفيز الحركة	✓ يثبط عمليات الإفراز ✓ يثبط الحركة
الأمعاء	✓ تحفيز إفراز الإنزيمات الهضمية ✓ تحفيز الحركة	✓ يثبط عمليات الإفراز ✓ يثبط الحركة

المثانة	✓ إسترخاء العاصرة ✓ تقلص عضلات جدار المثانة ✓ تحفيز عملية التبول	✓ تقلص العاصرة ✓ إسترخاء عضلات جدار المثانة ✓ تثبيط عملية التبول
المستقيم	✓ إسترخاء العاصرة ✓ تقلص عضلات الجدار ✓ تحفيز عملية التغوط	✓ تقلص العاصرة ✓ إسترخاء عضلات الجدار ✓ تثبيط عملية التغوط
العين	✓ تضيق حدقة العين ✓ ضبط قرب النظر	✓ توسيع حدقة العين ✓ ضبط بعد النظر
أعضاء الذكورة	✓ يحفز عملية الإنتصاب	✓ يحفز عملية القذف

سوائل البدن Body fluids

- تلعب المحاليل دورا مهما في وظائف الجسم.
- سوائل البدن عبارة عن محلول Solution يتكون بصورة رئيسة من الماء Solvent ومواد مذابة Solutes.
- تستطيع هذه المحاليل في وجود الأيونات من التوصيل الكهربى، كما انها وسط جيد لنقل العناصر الغذائية والتخلص من الفضلات.
- المحاليل الحيوية تشمل البلازما، البول، السائل الخلالي والسائل داخل الخلايا.

➤ سائل البدن تمثل حوالى ٦٠-٨٠% من وزن الجسم.

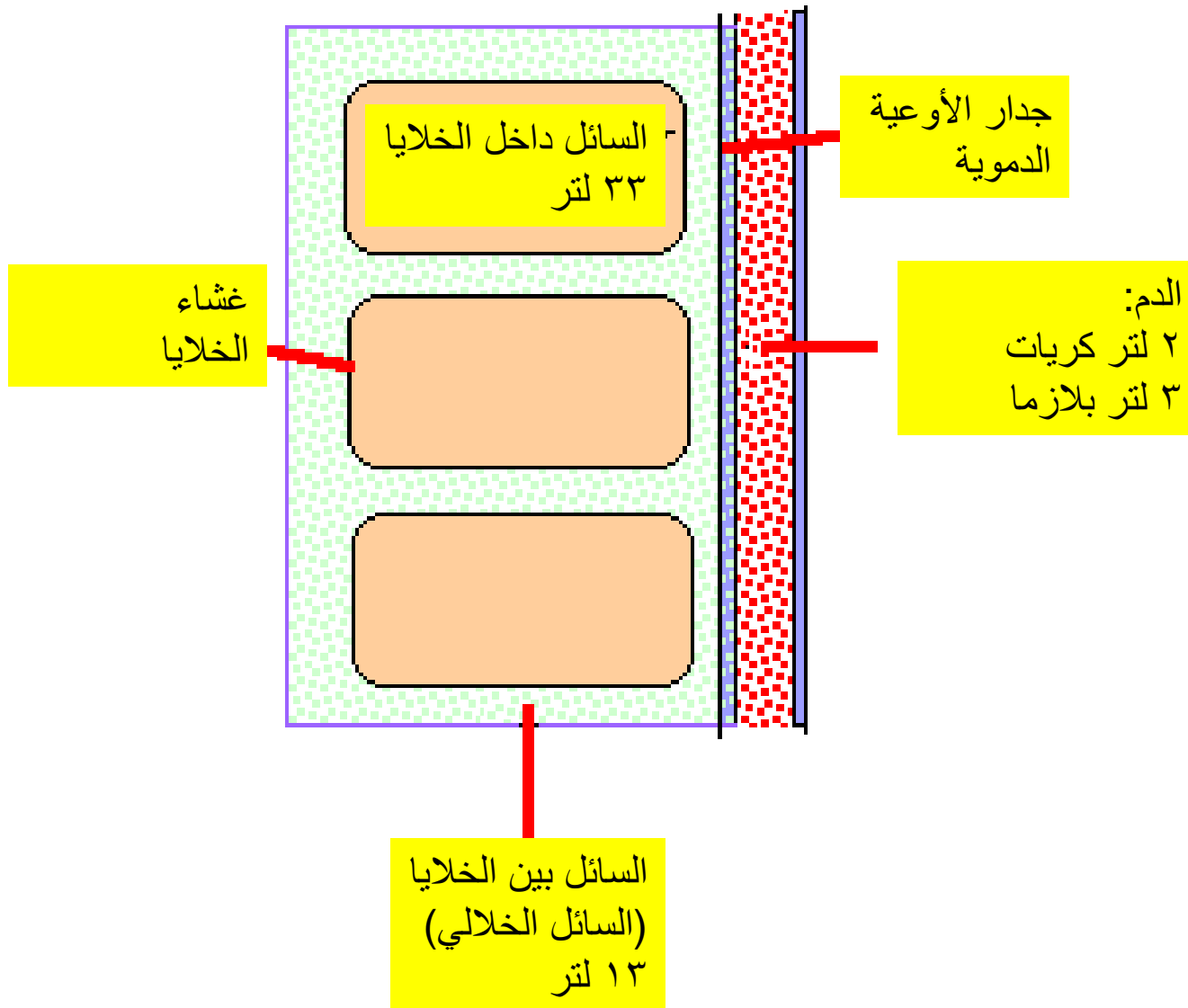
تتشكل سوائل البدن فى صورة ثلاثة غرف رئيسية:

➤ السائل داخل الخلايا Intracellular fluid وهذا يشكل حوالى ٦٧% من سوائل البدن.

➤ السائل الخلالى Interstitial fluid وهذا يشكل حوالى ٢٧%.

➤ السائل داخل الأوعية الدموية Intravascular fluid (بلازما الدم) وهذا يشكل حوالى ٦%.

غرف سوائل البدن في الجسم



➤ تماثل البلازما في مكوناتها السائل الخلالي ولكنها تحتوى على بروتينات.

➤ يختلف السائل داخل الخلايا اختلافا كبيرا عن السائل الخلالي (السائل داخل الخلايا يحتوى على تركيز ايونات بوتاسيوم عالى فيما يحتوى السائل الخلالي على تركيز صوديوم عالى).

➤ تمثل جدر الشعيرات الدموية الحاجز بين الدم والسائل الخلالي، فيما تمثل أغشية الخلايا الحاجز بين السائل داخل الخلايا والسائل الخلالي.

➤ فقدان حوالى ٣٠% من سوائل البدن قد يهدد حياة الحيوان، وهذا قد يحدث فى الصحراء وفى حالات الاسهال مسببا ما يعرف بالجفاف .Dehydration

البيئة الداخلية Internal Environment

- السائل الخلالي يمثل ما يعرف بالبيئة الداخلية للجسم.
- كل أجهزة الجسم تعمل على المحافظة على ثبات هذه البيئة فيما يعرف بالإستتباب Homeostasis مما يعد ضروريا لحياة الخلايا وبالتالي الأعضاء.
- أى خلل فى معايير البيئة الداخلية (الحرارة، الأس الهيدروجينى، تراكيز الأيونات ونواتج الأستقلاب، الضغط الجزئى للأكسجين وثانى أكسيد الكربون) ينعكس مباشرة على صحة وكفاءة انتاج الحيوان.

خصائص الماء وأهميتها الفسيولوجية

- يعتبر الماء العنصر الأساسي للحياة.
- يحافظ الماء على صورته السائلة في مدى كبير من درجات الحرارة مما يعد وسطا ملائما للتفاعلات البيوكيميائية، لجهاز الدوران ولحياة الأحياء الدقيقة.
- الماء مذيب Solvent ممتاز مما يجعله وسطا ملائما للتفاعلات الكيميائية ولنقل الغذيات والتخلص من الفضلات.
- تتأين الأملاح في الماء مما يجعله وسط توصيل كهربى ذات أهمية بالنسبة للأعصاب Nerves والأنسجة المستثارة Excitable tissues الأخرى.

- الماء سائل منخفض اللزوجة وسهل الأنسياب وهذا يعتبر ذات أهمية لجهاز الدوران وتقليل الجهد على عمل القلب.
- الماء يمتاز بسعة حرارية عالية وهذه تعتبر ميزة فى نقل كميات كبيرة من الحرارة فى جهاز الدوران Circulatory System.
- الماء يمتاز بحرارة تبخر عالية والتوصيل الجيد للحرارة مما يساعد فى تنظيم حرارة الجسم.

علم الدم Hematology

➤ الدم عبارة عن نسيج سائل، حيث توجد الخلايا سابحة في سائل البلازما.

أنواع خلايا الدم تشمل:

➤ الخلايا الحمر RBCs or Erythrocytes

➤ الصفائح الدموية Platelets (Thrombocytes)

➤ الكريات البيضاء WBCS or Leucocytes وتشمل:

✓ خلايا محبة Granulocytes والتي تتكون من الخلايا

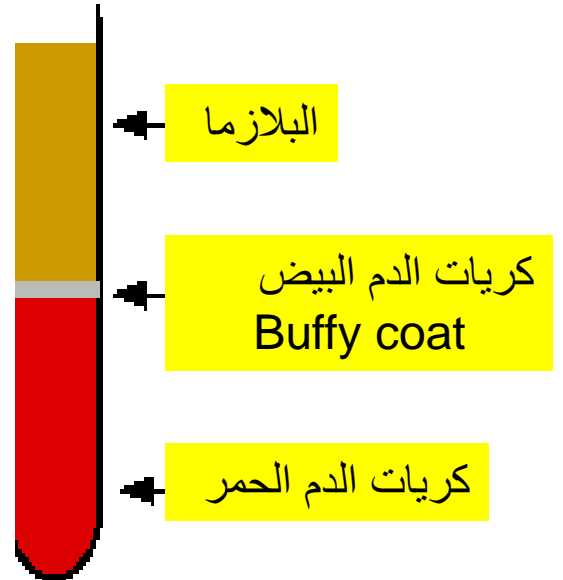
المتعادلة Neutrophils، الخلايا الحمضية Eosinophils

والخلايا القاعدية Basophils.

✓ خلايا غير محبة والتي تتكون من الخلايا الليمفية

Lymphocytes والخلايا الوحيدة Monocytes.

➤ عند أخذ عينة دم فى أنبوب مضاف له مانع للتجلط مثل الهيبارين أو ال EDTA ووضعها فى جهاز طرد مركزى Centrifuge فان الخلايا الحمر سوف تترسب لتحتل الجزء الأسفل من الأنبوب فيما تكون الخلايا البيض طبقة رقيقة من فوقها تعرف بال Buffy coat فيما تنفصل البلازما Plasma مكونة الطبقة العليا فى الأنبوب.



➤ النسبة المئوية من حجم الدم التى تشكلها الكريات الحمر تعرف بمكداس الدم (Hematocrit (PCV، مكداس الدم يختلف باختلاف نوع الحيوان ولكنه بصورة عامة يتراوح بين ٣٠-٤٠%. التدنى الشديد فى قيمة مكداس الدم تشير الى فقر الدم.

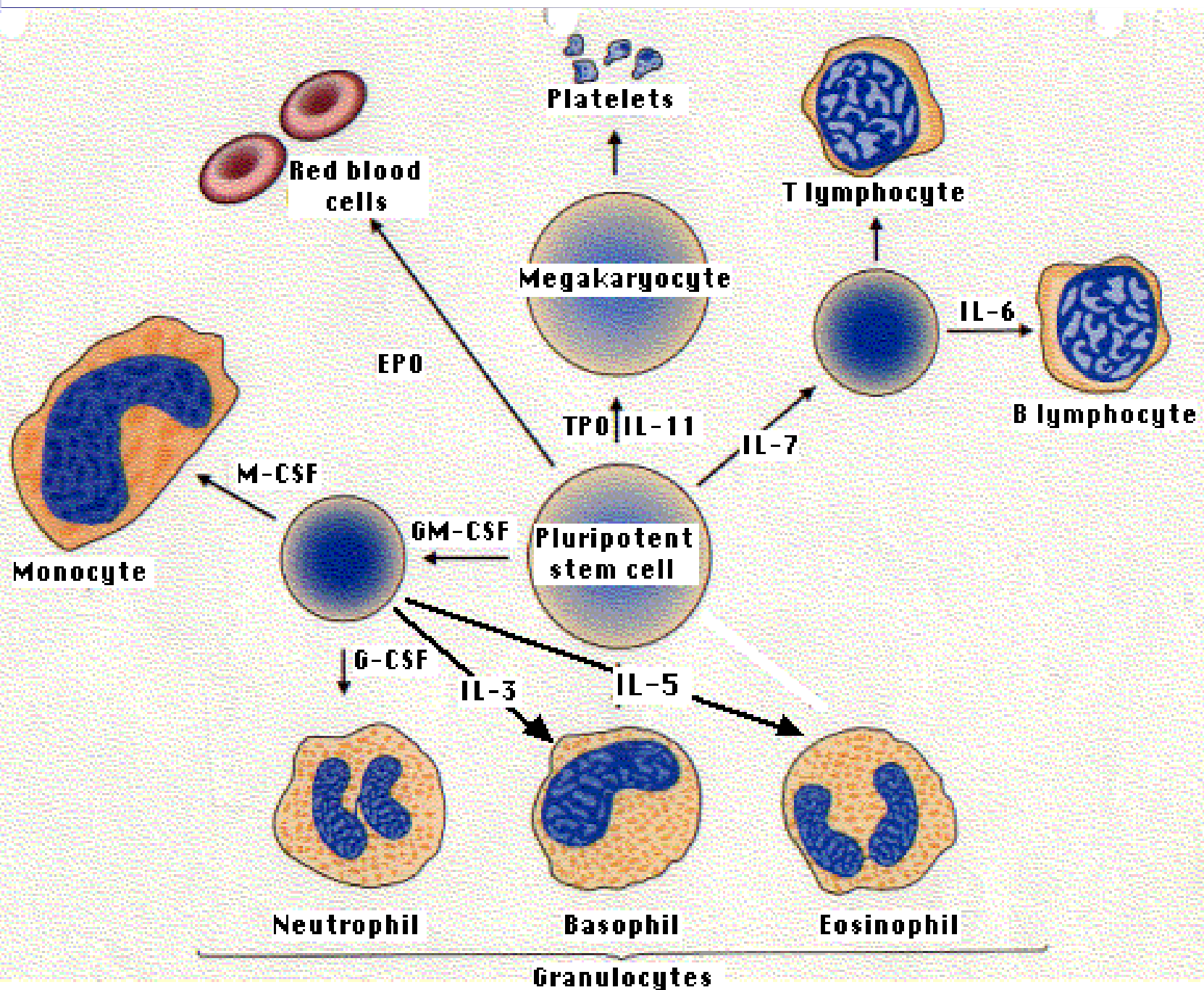
للم وظيفتين اساسيتين:

- عمليات النقل فى الجسم وتشمل نقل الأوكسجين وثانى أكسيد الكربون، نقل العناصر الغذائية (الجلوكوز، الدهون، الأحماض الأمينية)، نقل الأيونات (Na^+ , Ca^{+2} , $-$) (HCO_3)، نقل الفضلات الأيضية (اليوريا) ونقل الحرارة.
- الدفاع عن الجسم ضد الجراثيم والأجسام الغريبة، حيث تساهم الكريات البيضاء فى أداء هذه الوظيفة.

تكوين خلايا الدم Formation of Blood Cells

➤ كل كريات الدم يتم انتاجها فى نخاع العظام Bone Marrow من خلية ام تعرف بالخلية الجذعية Multipotent Stem cell.

➤ هورمون الأريثروبويتين Erythropoietin والذى ينتج فى الكلى يحفز انتاج الكريات الحمر Erythropoiesis من نخاع العظام.



الكريات الحمر Erythrocytes

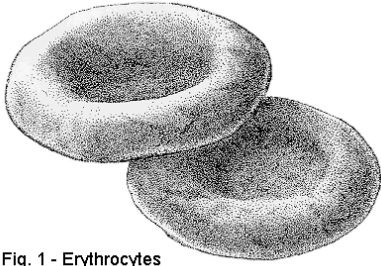
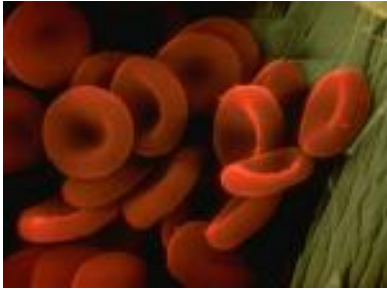


Fig. 1 - Erythrocytes

➤ أكثر خلايا الدم عددا (ملايين/مم³) وهى عبارة عن أقراص مقعرة الوجهين تحتوى على خضاب الدم Hemoglobin وعديمة النواة فيما عدا الطيور.



➤ أثناء مرحلة النضج فى نخاع العظام يتم انتاج الهيموكلوبين Hemoglobin حيث تشكل حوالى ٩٠% من الوزن الجاف للكرية الحمراء، كما يتم التخلص من النواة.

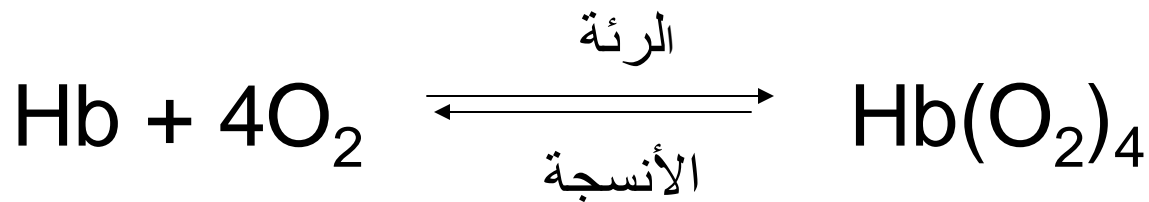
➤ جزيء الهيموكلوبين يتكون من ٤ وحدات عديد بيتيد (Globin)، كل وحدة تحتوى على صبغة هيم مرتبط بمركزها أيون حديدوز.

➤ كريات الدم الحمر لا تستطيع ان تتكاثر، وتعيش لمدة ١٢٠ يوما، حيث يتم هدمها بعد ذلك بواسطة الخلايا البلعمية Phagocytic cells فى الكبد والطحال.

➤ يعاد استخدام ايونات الحديدوز Fe^{+2} والأحماض الأمينية الناتجة من تكسير القلوبين، فيما تحول صبغة الهيم Heme الى أصباغ الصفراء Bile pigments والتي يتم افرازها بواسطة الكبد مع الصفراء Bile.

➤ وظيفة الكريات الحمر تتمثل في نقل غاز الأكسجين و ثاني أكسيد الكربون.

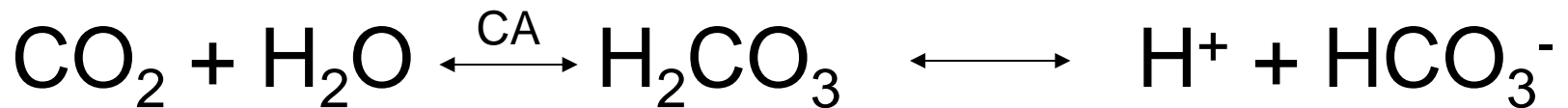
➤ نقل الأكسجين يتم عن طريق ارتباط جزيء الأكسجين بأيون الحديدوز في الهيموقلوبين (عملية أكسجة Oxygenation) بحيث يرتبط جزيء هيموقلوبين ب ٤ جزيئات اكسجين
ارتباطا عكسيا Reversible



نقل ثانى أكسيد الكربون بواسطة الكريات الحمر (٩٥%):

➤ نصف كمية ثانى أكسيد الكربون ترتبط مباشرة بالهيموكلوبين (مع الأحماض الأمينية فى القلوبين)، أى فى مكان مختلف من الذى يرتبط به الأكسجين.

➤ ما تبقى يتم نقله فى صورة بيكربونات وأيون هايدروجين. حيث يتفاعل ثانى أكسيد الكربون مع الماء داخل الكرية الحمراء بمساعدة أنزيم الكربوأنهايدريز carbonic anhydrase مكونا حمض الكاربونيك والذى يتحلل بدوره الى أيونات بيكربونات وهايدروجين.



➤ أيونات البيكربونات تنتشر الى البلازما فيما ترتبط أيونات الهيدروجين بالقلوبين.

➤ ٥% من ثانى أكسيد الكربون يتم نقله مذابا فى البلازما.

فقر الدم Anemia

➤ فقر الدم هو نقص في عدد الكريات الحمر أو في محتواها من الهيموكلوبين.

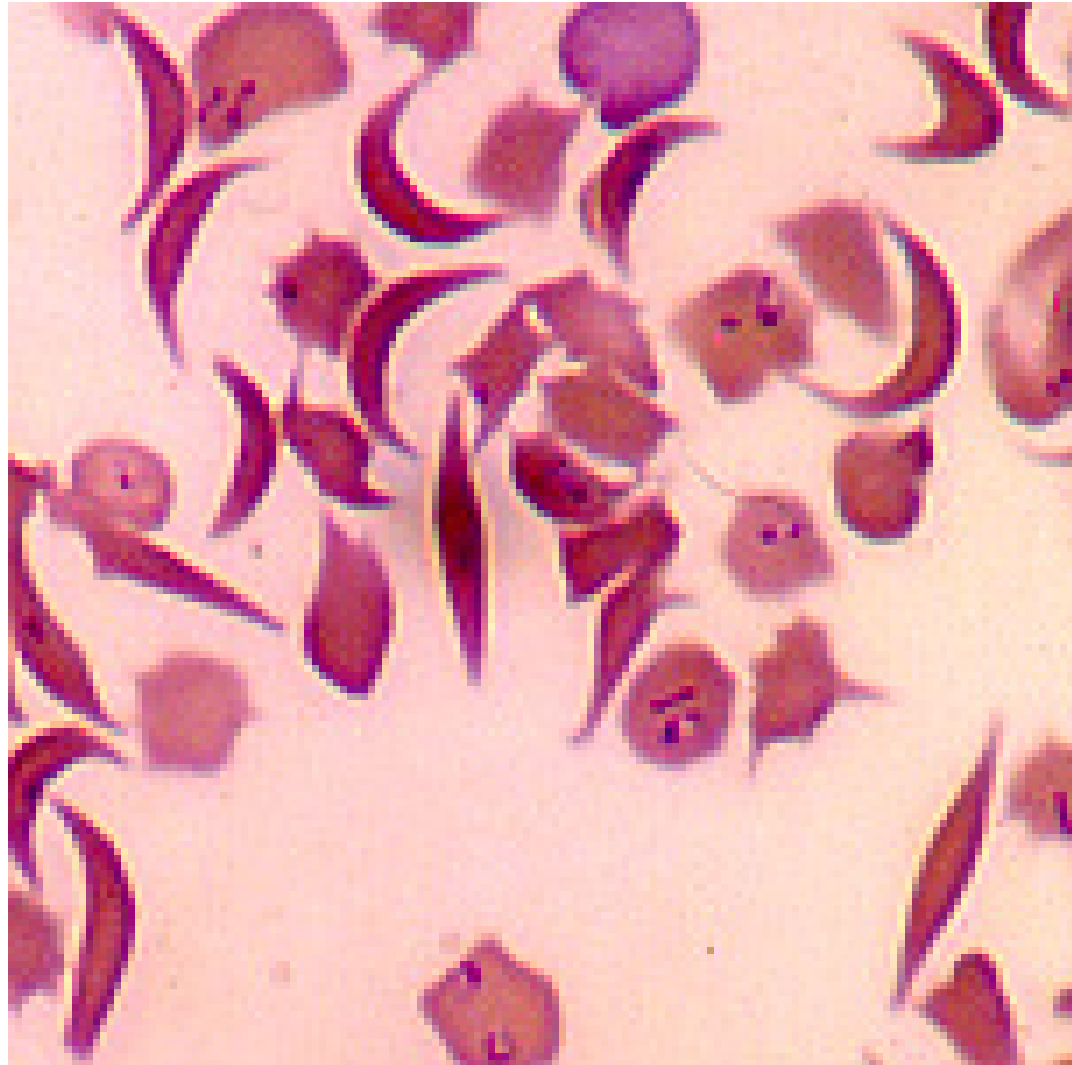
مسببات فقر الدم:

➤ مسببات غذائية مثل نقص الحديد، نقص البروتين، نقص فيتامين B_{12} & B_6 (أو العامل الداخلي Intrinsic factor) ونقص حمض الفوليك Folic acid في الغذاء.

➤ تحلل الكريات نتيجة للإصابة بطفيليات الدم أو نقل دم غير لائق والفشل الكلوي.

➤ اسباب وراثية مثل فقر الدم المنجلي Sickle cell anemia.

Sickle cell anemia فقر الدم المنجلي



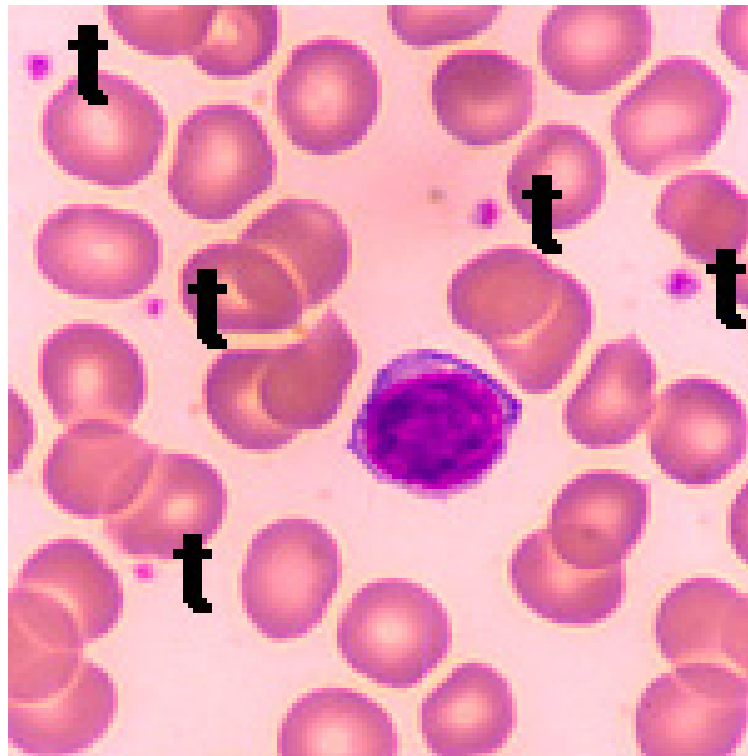
مجموعات الدم Blood Groups

- تحمل الكريات الحمر أنتيجينات تختلف من فرد الى اخر، وهناك ثلاثة انواع من الأنتيجينات A, B & D حيث يحدد وجودها من عدمه المجموعة الدموية التي ينتمى اليها الفرد.
- عند وجود انتيجين D تكون المجموعة موجبة (+) وفى عدمه تكون سالبة (-).

المجموعة	الأنتيجين (الخلية)	الجسم المضاد (المصل)	Genotypes
A	A	Anti-B	AA or AO
B	B	Anti-A	BB or BO
AB	A & B	لا يوجد	AB
O	لا يوجد	Anti-A & Anti-B	OO

Thrombocytes الصفائح الدموية

الصفائح الدموية هي قطع خلوية تتكون من ال Megakaryocytes في نخاع العظام. ➤



➤ تلعب الصفائح الدموية دوراً مهماً في عملية تجلط الدم
clotting Blood.

➤ عدد الصفائح الدموية تتراوح بين ١٥٠-٣٥٠ ألف في المليتر
المكعب من الدم.

➤ الزيادة الشديدة في عدد الصفائح الدموية قد تؤدي إلى تجلط
تلقائي للدم، فيما قد يؤدي الانخفاض الشديد في عددها (أقل من
٥٠ ألف) إلى إطالة زمن النزف Bleeding time.

➤ مسببات النقص الشديد في عدد الصفائح الدموية تشمل بعض
الأدوية والمناعة الذاتية Autoimmunity.

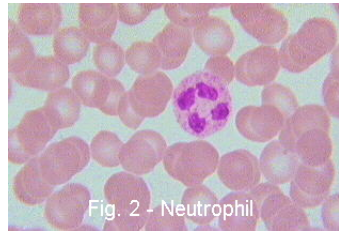
الكريات البيضاء Leucocytes

- الكريات البيضاء أقل عددا (الاف) من الكريات الحمراء.
- الكريات البيضاء تحتوى على أنوية Nuclei.
- وظيفة الكريات البيضاء هو الدفاع عن الجسم ضد الإصابة.
- تقسم الكريات البيضاء الى:
 - ✓ خلايا غير محبة A granuloocytes، حيث لا توجد حبوب فى ساييتوبلازما الخلية و تشمل الخلايا الليمفية Lymphocytes والخلايا الوحيدة Monocytes.
 - ✓ خلايا محبة Granuloocytes وتتميز بوجود الحبوب فى ساييتوبلازما الخلايا وتشمل المتعادلة Neutrophil، الحمضية Eosinophil، والقاعدية Basophil

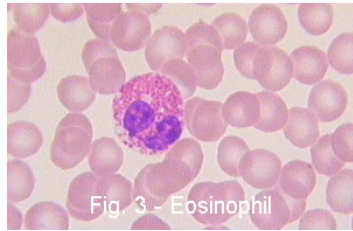
الكريات البيضاء

خلايا غير محبة

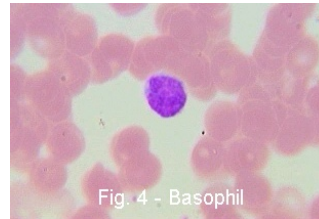
خلايا متعادلة



خلايا حمضية



خلايا قاعدية

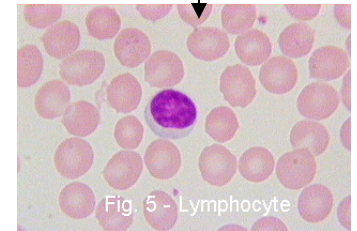


خلايا محبة

خلايا وحيدة



خلايا ليمفية



➤ الخلايا الليمفية تمثل النسبة الأعلى للخلايا البيض في الحيوانات المجترة، وتأتي في المرتبة الثانية بعد الخلايا المتعادلة في الحيوانات وحيدة المعدة.

➤ هنالك نوعين من الخلايا الليمفية وتشمل الليمفاويات البائية B lymphocytes والليمفاويات التائية T lymphocytes

➤ الليمفاويات البائية تتطور الى الخلايا البلازمية Plasma cells وهي مسؤولة من انتاج الأجسام المضادة Antibodies وبالتالي عن المناعة الأفرافية Humoral Immunity.

➤ الليمفاويات التائية مسؤولة عن المناعة الخلوية Cellular Immunity.

➤ الليمفاويات التائية تشمل:

✓ الخلايا التائية الالتهابية Inflammatory T cells والتي تعمل على جذب العدلات والخلايا الأكولة Macrophages الى منطقة الإصابة.

✓ الخلايا التائية السامة Cytotoxic T-cells والتي تعمل على قتل الخلايا المصابة بالفيروسات وربما الخلايا السرطانية.

✓ الخلايا التائية المساعدة Helper T-cells والتي تحفز
الاستجابة المناعية ونتاج الأجسام المضادة من الخلايا البائية.
✓ الخلايا التائية المثبطة Inhibitory T-cells والتي تعمل
على الحد من الاستجابة المناعية المفرطة ومهاجمة الخلايا
الذاتية Autoimmunity.

➤ يتم بناء كل الخلايا الليمفية فى نخاع العظام، حيث تهاجر
الخلايا التائية من هنالك الى التوتة Thymus ويتم
نضجها فيه.

➤ تستقر الخلايا البائية والتائية فى الغدد الليمفاوية والطحال
والأنسجة الأخرى لتستمر فى الانقسام وتصبح خلايا
ناضجة وظيفيا.

➤ الخلايا الوحيدة Monocytes تأتي في الترتيب الثالث من حيث نسبتها المئوية للكريات البيض.

➤ تغادر الخلايا الوحيدة الدم الى الأنسجة لتصبح ما يعرف بالخلايا الأكولة Macrophage (مثال خلايا كوبفر Kuepfer cells في الكبد).

➤ الخلايا الأكولة كبيرة الحجم بلعمية Phagocytic تعمل على بلعمة الخلايا الميتة والأجسام الغريبة Antigens التي تدخل الجسم.

- الخلايا المتعادلة Neutrophils أكثر الكريات البيض عددا في الحيوانات وحيدة المعدة.
- تغادر العدلات الدم الى أماكن الإصابة حيث تعمل على قتل وبلعمة Phagocytosis المهاجم (البكتريا)، وتعتبر العدلات خط الدفاع الأول.
- الخلايا الحمضية Eosinophils عادة ما يكون عددها منخفضا، ويزداد عددها بحدة في حالات الإصابة الطفيلية والحساسية.

➤ الخلايا القعدة Basophils يزداد عددها أيضا عند الإصابة، حيث تقوم بإفراز وسائط التهابية (الهستامين Histamine، السيروتونين Serotonin والبروستاجلاندين Prostaglandins).

➤ تعمل على زيادة الجريان الدموي الى منطقة الإصابة، كما تلعب دورا في بعض أنواع الحساسية Allergic response مثل حمى القش Hay fever وحساسية لدغ الحشرات.

بلازما الدم Plasma

- بلازما الدم عبارة عن سائل أصفر باهت و تسبح فيه خلايا الدم المختلفة.
- تعمل البلازما على نقل المواد التي تحتاجها الخلايا والمواد التي يجب إزالتها من الخلايا (فضلات الأيض الخلوي) وتشمل الأيونات (Na^+ , Ca^{+2} , HCO_3^- , etc.)، الجلوكوز، الأحماض الأمينية، الكوليسترول والدهون، الهرمونات واليوريا وفضلات الأستقلاب الأخرى.
- تعمل بروتينات، بيكربونات وفوسفات البلازما كدوارىء تساعد فى تنظيم الأس الهيدروجينى للدم.

➤ بروتينات البلازما يتراوح تركيزها بين ٦-٨ جرام/١٠٠ مل بلازما.

➤ بروتينات البلازما تشمل الألبومين Albumin، الغلوبولين Globulin والفبرينوجين Fibrinogen.

➤ الألبومين يتم إنتاجه في الكبد ويساعد في نقل كثير من المواد الصغيرة في الدم عن طريق ارتباطه بها، كما يلعب دورا مهما في المحافظة على الضغط الأوسموزي Osmotic (Oncotic) pressure في الدم.

➤ انخفاض تركيز الألبومين في الدم يتسبب في شرود السوائل وتجمعها في السائل الخلالي فيما يعرف بالوزمة Edema.

➤ هنالك ثلاثة أنواع من غلوبولينات البلازما (ألفا alpha، بيتا Beta و غاما Gamma).

✓ غلوبولين الفا يعمل على نقل هورمون الثايروكسين Thyroxine وفيتامين أ A.

✓ غلوبولين بيتا Transferrin يعمل على نقل ايونات الحديد.

✓ غلوبولين غاما يتمثل في الأجسام المضادة Antibodies التي تنتج بواسطة الخلايا البلازمية Plasma cells ولذا يزداد تركيزها عند الإصابة Infections او التحصين Immunizations.

➤ دهون البلازما لها علاقة وطيدة بأمراض الجهاز القلبي

الدوري Cardiovascular System وتشمل

الكوليسترول (170-210mg/dl)، LDL Cholesterol

(60-140mg/dl)، HDL Cholesterol (35-)

والجليسيريدات الثلاثية (85mg/dl Triglycerides

(40-160mg/dl).

تجلط الدم Blood Clotting

➤ عند تمزق الأوعية الدموية فإنه يجب وقف النزف
Hemostasis قبل ان يؤدي ذلك الى صدمة Shock
واحتمال الوفاة وهذا يتم عن طريق تجلط الدم.

➤ الجلطة الدموية تتكون من سدادة من الصفائح الدموية
Platelets تتعلق على شبكة من خيوط الفبرين الغير قابلة
للذوبان Insoluble Fibrin.

➤ عملية تجمع الصفائح الدموية لتكوين السدادة، وتكوين خيوط
الفبرين من الفبرينوجين يتم بمساعدة عوامل تجلط عديدة منها
انزيم الثرومبين Thrombin وأيونات الكالسيوم.

Prothrombin $\xrightarrow{\text{Ca}^{+2}}$ Thrombin

Fibrinogen $\xrightarrow{\text{Thrombin}}$ Fibrin (Insoluble)

الجهاز القلبي الوعائي Cardiovascular System

الدوران Circulation:

- يتكون جهاز الدوران من مضخات Pumps، أنابيب Pipes وصمامات Valves .
- تتكون المضخات من المضخة القلبية والتي تضخ الدم الى كل انحاء الجسم عبر الشرايين Arteries والمضخة العضلية التي تضغط على الأوردة Veins وتساعد في عودة الدم الى القلب فيما يعرف بالعود الوريدي (Venous return).

➤ تتكون الأنابيب من الشرايين، الشعيرات الدموية
Capillaries والأوردة.

✓ بعض الأوعية الدموية (الشرايين) تتميز بالمرونة
Elasticity مما يحافظ على ضغط الدم مرتفعاً بين
النبضات القلبية Heart beats.

✓ الأوعية الدموية لها المقدرة على التضيق Constriction
والتوسع Dilatation مما يتحكم في انسياب أو جريان الدم
Blood flow.

➤ القلب والأوردة مزودة بصمامات تفتح في اتجاه واحد.

✓ تحدد الصمامات اتجاه سريان الدم.

✓ مثال عند زيادة الضغط في الأوردة تفتح الصمامات في اتجاه القلب وتغلق الصمامات في الاتجاه المعاكس مما يؤدي الى انسياب الدم في اتجاه القلب.

وظائف جهاز الدوران:

➤ نقل العناصر الغذائية nutrients والأكسجين الى الأنسجة.

➤ التخلص من الفضلات الأيضية والحرارة الزائدة.

القلب Heart:

- يتكون القلب من اربعة غرف (الأذين الالئمن، البطين الالئمن، الأذين الالسر، البطين الالسر).
- يمكن تقسيم القلب الى القلب الالئمن Right Heart والقلب الالسر Left Heart.
- ✓ القلب الالئمن يضخ الدم بنسبة ١٠٠% الى الرئتين، له ضغط انقباضى Systolic منخفض ٢٥مم زئبق ويتميز البطين الالئمن بجدار رقيق.
- ✓ القلب الالسر يضخ الدم الى باقى الجسم، له ضغط انقباضى Systolic عالى ١٢٠مم زئبق ويتميز البطين الالسر بجدار سميك.

➤ الأذنين الأيمن والأيسر يساعدان في ملأ البطنين المقابل ويتميزان بضغط منخفض جدا وجدار رقيق.

➤ يتقلص الجانبان الأيمن والأيسر معا في نفس الوقت ويجب ان يحدث ذلك بتوازن دقيق. أى خلل قد يؤدي الى تجمع السوائل في الرئة Pulmonary edema.

➤ المضخة العضلية تساعد في عودة الدم الى القلب، حيث أن تقلص العضلات يضغط على الأوردة التي تمر من خلاله مما يدفع الدم في اتجاه القلب.

➤ صمامات الأوردة تمنع انسياب الدم الى الخلف.

الحويصلات الهوائية

الدورة الرئوية

$$C.O. = HR \times SV$$

العود الوريدي

الحصيل القلبي

القلب الأيمن

القلب الأيسر

أوردة

شعيرات

عروق

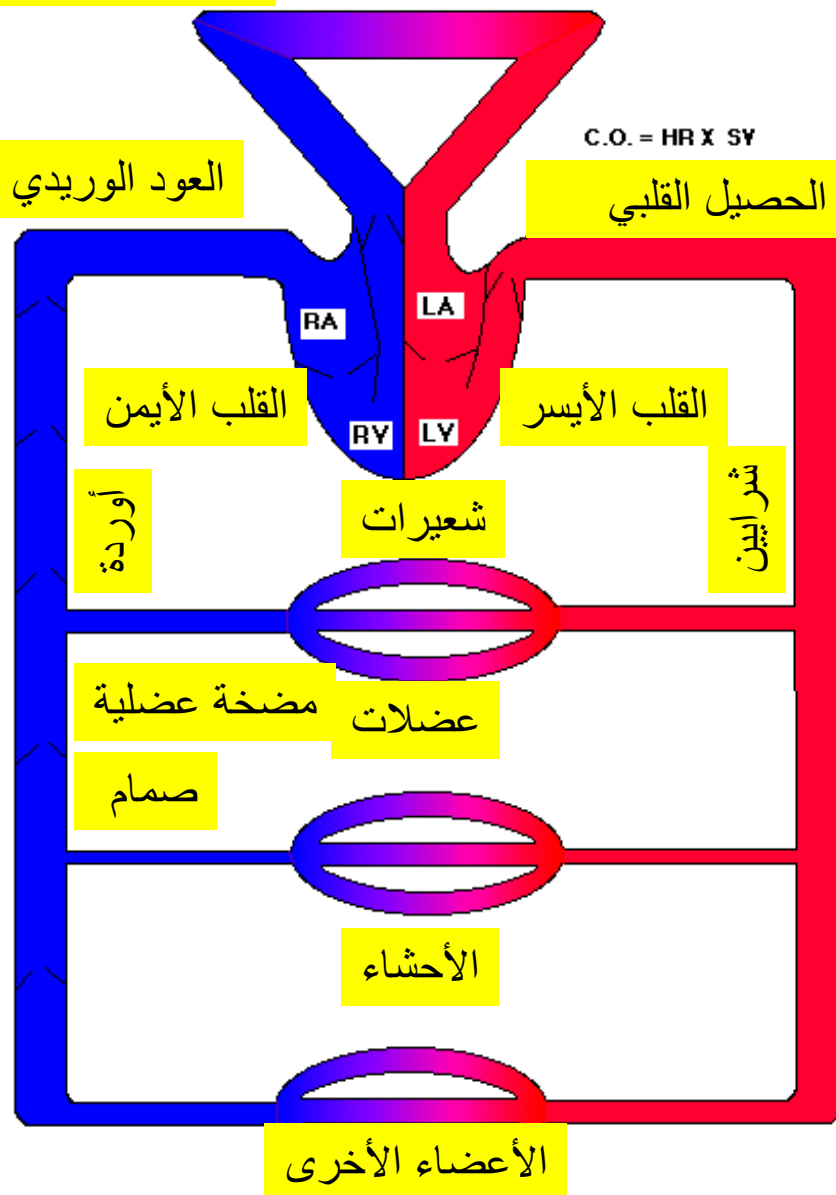
مضخة عضلية

عضلات

صمام

الأحشاء

الأعضاء الأخرى



فى الشكل السابق:

- يغادر الدم الرئة مشبعا بالأكسجين (أحمر).
- على مستوى الشعيرات الدموية يتم طرح الأكسجين للانسجة و يصبح الدم جزئيا فقير فى الأكسجين (أزرق).
- لاحظ وجود ووضـع الصمامات فى القلب والأوردة.

الحصيل القلبي Cardiac output

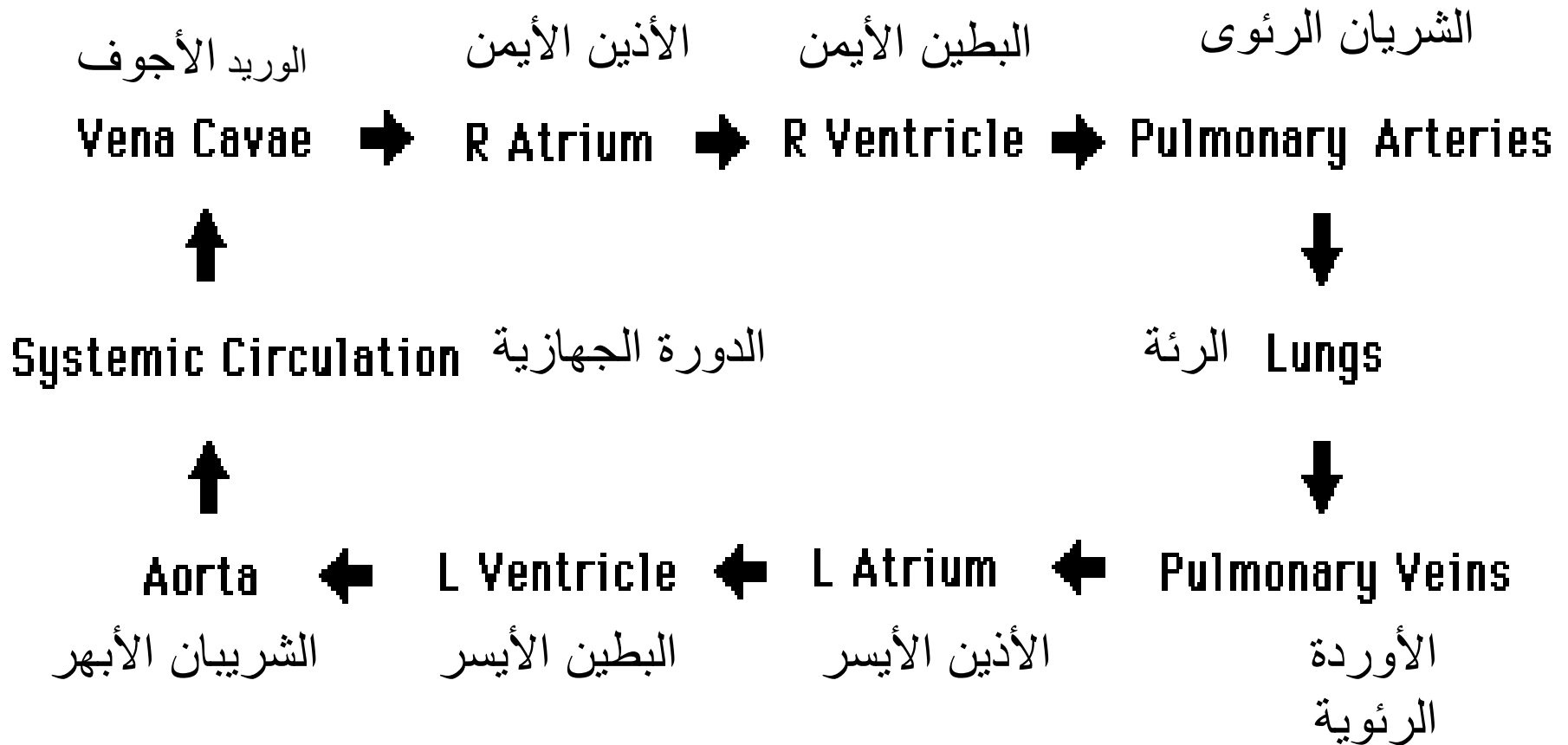
➤ الحصيل القلبي COP هو حجم الدم الذى يضخ فى الدقيقة، ويعتمد على معدل دقات القلب (HR) Heart rate وحجم الدم الذى يضخ فى الضربة الواحدة (حجم الضربة Stroke volume (SV)

$$COP = HR \times SV$$

➤ الحصيل القلبي من الجانب الأيمن ينساب بصورة كاملة الى الرئة.

➤ الحصيل القلبي من الجانب الأيسر يتوزع على أعضاء الجسم المختلفة.

استكش يوضح الخطوط العامة لدوران الدم :Blood circulation



➤ ينساب الدم فى اتجاه واحد و ذلك لان دوره الدموية مزودة بصمامات تمنع انسياب الدم فى الاتجاه المعاكس.

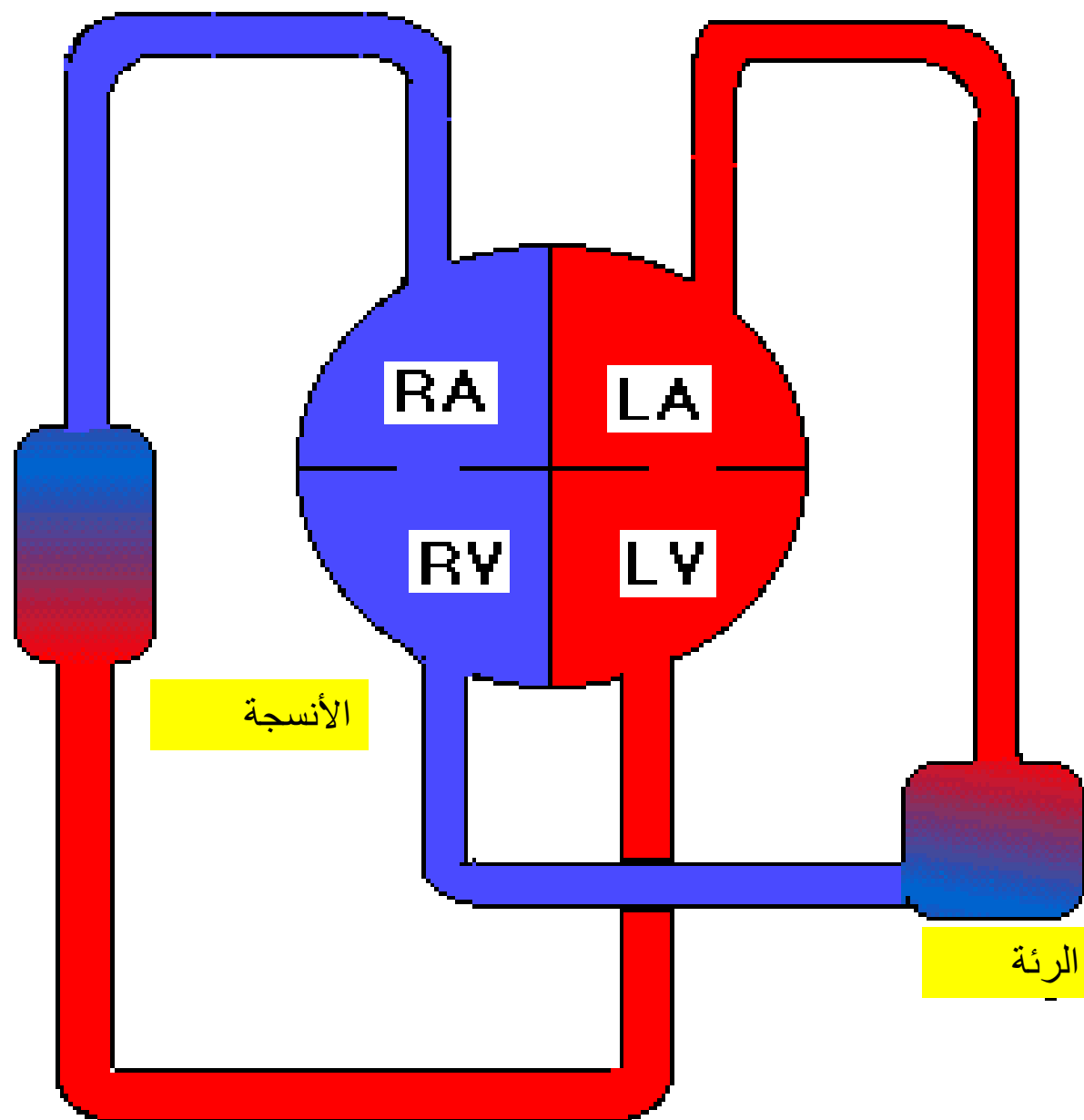
➤ الصمامات Valves اجسام مرنة مصممة بحيث تفتح عندما تتعرض للضغط من اتجاه معين وتغلق عندما تتعرض للضغط من الاتجاه الآخر.

➤ توجد الصمامات فى القلب والأوردة وليس فى الشرايين.

➤ القلب مزود بمنظومة أربعة صمامات.

القلب يمثل المضخة الرئيسة للدم:

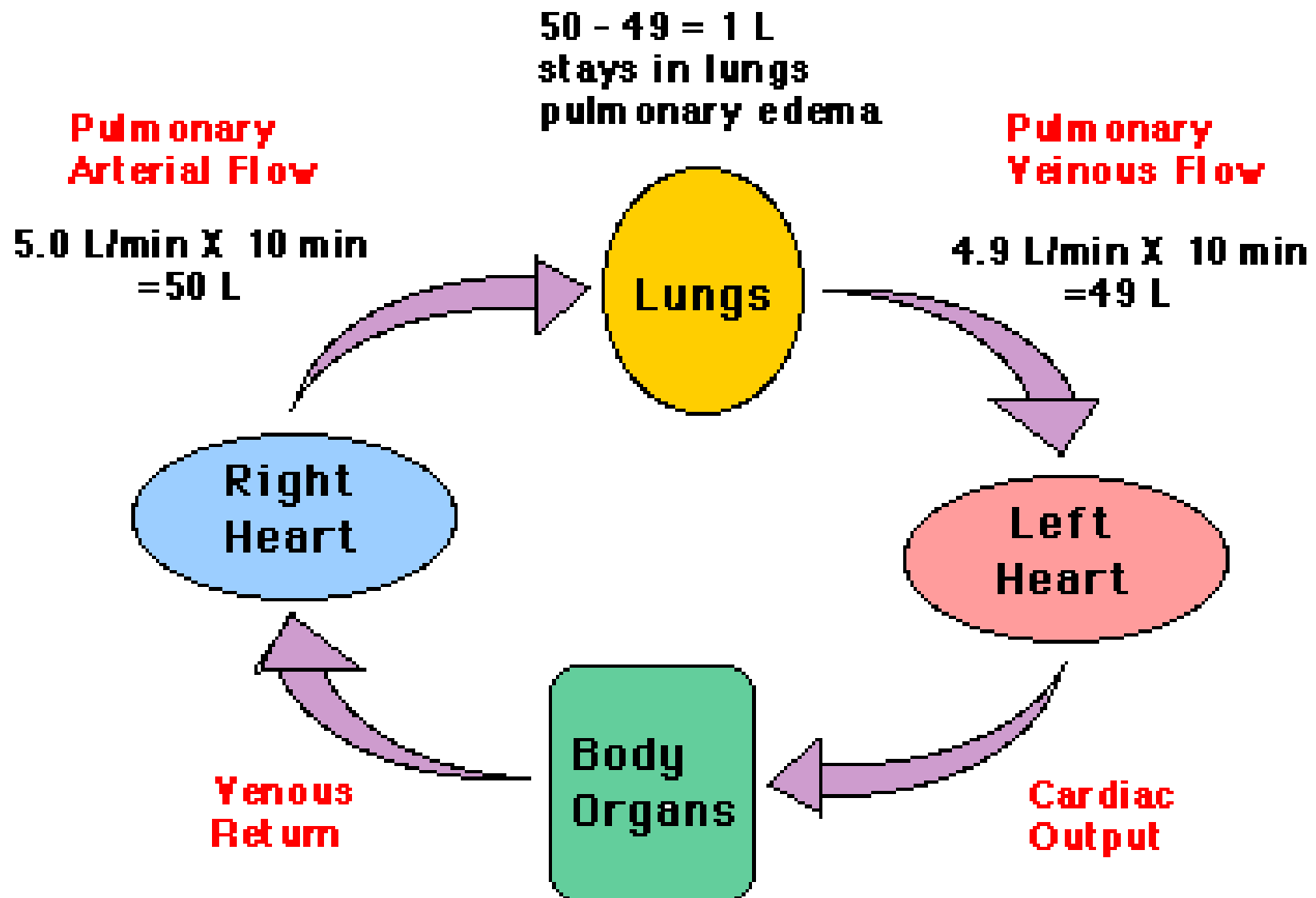
- القلب الأيمن يتميز بضغط منخفض ويعمل على ضخ الدم الى الرئة حيث يتم هناك طرح CO_2 وتحميل الدم بالأكسجين.
- القلب الأيسر يتميز بضغط عالي ويعمل على ضخ الدم الى باقى اعضاء الجسم.
- الأعضاء المختلفة تحصل على كميات متفاوتة من الدم على حسب الحاجة.



➤ يجب ان يكون انسياب الدم خلال الأجزاء المختلفة للدورة الدموية (القلب الأيمن، الرئة، القلب الأيسر، باقى اعضاء الجسم) متوازنا.

➤ يتم المحافظة على توازن انسياب الدم بواسطة الية استارلنج Starling's Mechanism "كلما زاد ملأ القلب كلما كانت قوة الانقباضة أشد و بالتالى الحصيل القلبي أكبر".

➤ الفشل فى الجانب الأيمن أو الأيسر من القلب يؤدى الى عدم توازن فى انسياب الدم وبالتالى تجمع السوائل في الدورة الرئوية او الجهازية مما يتسبب فى وزمة Edema.



العود الوريدي Venous return:

- هو انسياب الدم الى الجانب الأيمن من القلب Right heart
- العود الوريدي يحتاج الى المضخة العضلية والتي تضغط على الأوردة التي تمر خلالها مما يزيد ضغط الدم الوريدي وبالتالي يدفع بالدم في اتجاه القلب في وجود الصمامات الوريدية التي تمنع انسياب الدم الى الوراء.

الأوعية الدموية ووظائفها:

- الشرايين صممت لتلائم الضغط العالي وتتميز بمرونة عالية مما يحافظ على ضغط دم عالي بين النبضات القلبية.
- الشريينات Arterioles لها عضلات تنظم قطرها وبالتالي تتحكم في معدل جريان الدم للأعضاء.

➤ الأوردة تتميز بضغط منخفض و تتمدد لتأخذ كميات من الدم في حالات الراحة.

➤ الشعيرات الدموية هو المكان الذي يتم فيه تبادل المواد بين الدم و الخلايا. لها جدار رقيق يتكون من طبقة واحدة من الخلايا الحرشفية (نسيج طلائي بسيط حرشفي) Simple squamous epithelium وتتميز بعدم المرونة.

➤ جريان الدم للأعضاء:

➤ الأعضاء النشطة مثل الكبد، المخ والكلى تتميز بجريان دم عالي عند الراحة.

➤ عند الراحة ٢٥% من الحصيل القلبي يذهب للكلى، ٢٥% أيضا يذهب الى الكبد والقناة الهضمية، ٢٠% الى العضلات و ١٥% الى المخ.

تكيف جريان الدم لمقابلة احتياجات الجسم:

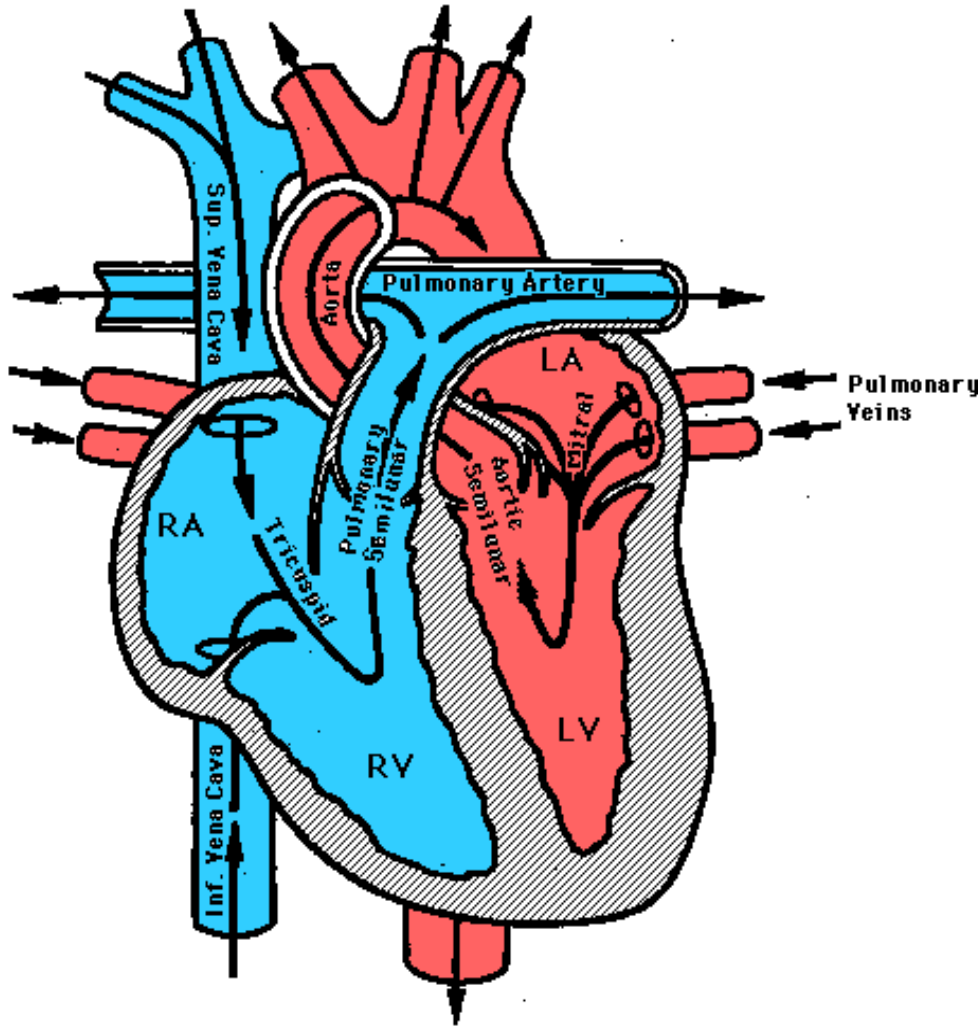
- عند التمرين يتضاعف الحصيل القلبي خمس مرات ويزداد نسبة جريان الدم الى العضلات النشطة ليصل نسبة ٨٠% من الحصيل القلبي.
- جريان الدم الى الجلد يزيد أو ينقص لتنظيم درجة حرارة الجسم.

تنظيم جريان الدم للأعضاء:

- جريان الدم يمكن ان يزداد بزيادة ضغط الدم (زيادة الحصيل القلبى وتضييق الشرايين)، او بفتح (توسيع) الشريينات فى الأنسجة التى تحتاج الى جريان دم عالى.
- الحصيل القلبى وقطر الشريينات يتم تنظيمها عصبيا وهورمونيا، التنظيم فى الغالب تنظيم تلقائى عن طريق الجهاز العصبى التلقائى.

القلب كمضخة Heart as a pump

- الجانب الأيمن من القلب يضخ الدم كلياً إلى الرئة بضغط منخفض (٢٥ مم زئبق).
- الجانب الأيسر من القلب يضخ الدم إلى باقى أجزاء الجسم بضغط عالى (١٢٠ مم زئبق).
- بما أن جانبي القلب مرتبطين ببعضهما البعض فإن نبضهما يتم فى توازى (معا).
- الأذنين يعملان على استقبال الدم الواصل إلى القلب وضخه إلى البطينين.
- البطينين يضخان الدم عبر الشريان الرئوى والشريان الأبهر Aorta.



➤ الجانب الأيمن يحتوى على دم غير مؤكسج، فيما يحتوى الجانب الأيسر على دم مؤكسج.

➤ لا توجد صمامات عند مدخل الوريد الأجوف في الأذين الأيمن، أو عند مدخل الأوردة الرئوية في الأذين الأيسر. ذلك مرده الضغط المنخفض في الأذينات مما يقلل من اهمية وجود صمامات.

الدورة القلبية Cardiac cycle

➤ الضغط الذي ينشأ داخل القلب يؤدي الى فتح الصمامات وادارة الدم فيما يعرف بالدورة القلبية.

➤ للقلب مجموعتين من الصمامات:

✓ الصمامات الأذينية البطينية Atrioventricular valves.
الصمام على الجانب الأيسر يتكون من شرفتان ويعرف
بالصمام الميترالى Mitral valve، فيما يتكون الصمام على
الجانب الأيمن من ثلاثة شرف ويعرف بالصمام ثلاثى
الشرفات Tricuspid valve.

✓ الصمامات الهلالية Semi lunar valves وتوجد في منطقة مغادرة الشرايين للقلب (الصمام الهلالي الأبهري والصمام الهلالي الرئوي).

➤ حالة الصمامات أثناء الدورة القلبية:

الصمامات الهلالية	الصمامات الأذينية البطينية	الحدث
مغلق	مفتوح	أثناء ملأ البطين
مغلق	مغلق	مرحلة بناء الضغط
مفتوح	مغلق	ضخ الدم

➤ عمل الصمامات يعتمد على الضغط على جانبي الصمام.

✓ الصمام الأبهرى يكون مغلقا اثناء ملأ وبناء الضغط داخل البطين الأيسر، لأن الضغط فى الأبهر يكون أعلى من الضغط فى البطين فى هذه المرحلة.

✓ عندما يزيد الضغط داخل البطين على ضغط الأبهر يؤدي ذلك الى فتح الصمام الأبهرى وضخ الدم فى الدورة الجهازية Systemic circulation عبر الشريان الأبهر.

أصوات القلب Heart sounds:

- أصوات القلب LUB DUP تنتج من غلق الصمامات.
- LUB تسمع نتيجة لغلق الصمامات الأذينية البطينية عند بداية الانقباضة القلبية Systole.
- DUP تسمع نتيجة لغلق الصمامات الهلالية عند نهاية الانقباضة القلبية.

الحصيل القلبي Cardiac output:

هو حجم الدم الذى يضخ من القلب فى الدقيقة، ويمثل حاصل ضرب حجم الدم الذى يضخ فى الضربة الواحدة Stroke volume ومعدل دقات القلب Heart rate.

$$CO = HR \times SV$$

- يزداد معدل دقات القلب في حالات التمرين Exercise الى ثلاثة أضعاف.
- يتحكم الجهاز العصبى التلقائى فى معدل دقات القلب (ودى ↑، نظير ودى ↓).
- طول الساركومير Sarcomeres يتحكم فى حجم الضربة: الزيادة فى العود الوريدي يؤدي الى زيادة طول الألياف العضلية القلبية وشدة نبض القلب وبالتالي زيادة حجم الضربة (قانون استارلنج Starling's law). هذه الآلية تؤدي الى زيادة حجم النبضة مرة ونصف (1.5) الى مرتين (الضعف).

ضغط الدم الشرياني Blood pressure

➤ يتأرجح ضغط الدم بين ضغط مرتفع (ضغط انقباضى Sytolic) و ضغط منخفض (ضغط انبساطى diastolic)، عند انقباض القلب يرتفع ضغط الدم فى الشرايين التى تغادر القلب الى ١٢٠ مم زئبق، وعند استرخاء القلب ينخفض الضغط فى الشرايين الى ٨٠ مم زئبق.

➤ يعتمد ضغط الدم على الحصيل القلبى والمقاومة الطرفية

ضغط الدم = الحصيل القلبى \times المقاومة الطرفية

تنظيم ضغط الدم

➤ يتم تنظيم ضغط الدم بواسطة المنعكسات العصبية Reflexes والكلية.

➤ يتم التنظيم على مستويين، تنظيم قصير الأجل short term (ثواني – دقائق) و تنظيم طويل الأجل long term (ايام – سنين).

➤ التنظيم قصير الأجل يتم انعكاسيا حيث يتم تحسس ضغط الدم بواسطة مستقبلات ضغطية في قوس الأبهر aortic arch والجيب السباتي carotid sinuses، وترسل المعلومة (ضغط مرتفع أو ضغط منخفض) الى مركز التحكم

في النخاع المستطيل medulla oblongata والذي بدوره يعمل على ابطاء او تسريع معدل دقات القلب من خلال اثارة العصب الحائر او الأعصاب الودية على التوالي حسب المعلومة الواردة.

➤ التنظيم طويل الأجل يتم بواسطة الكلى من خلال تنظيم محتوى الجسم من الماء والأملاح، والتي بدورها تنظم ضغط الدم (كلما زاد حجم السوائل في الأوعية الدموية كلما ارتفع ضغط الدم).

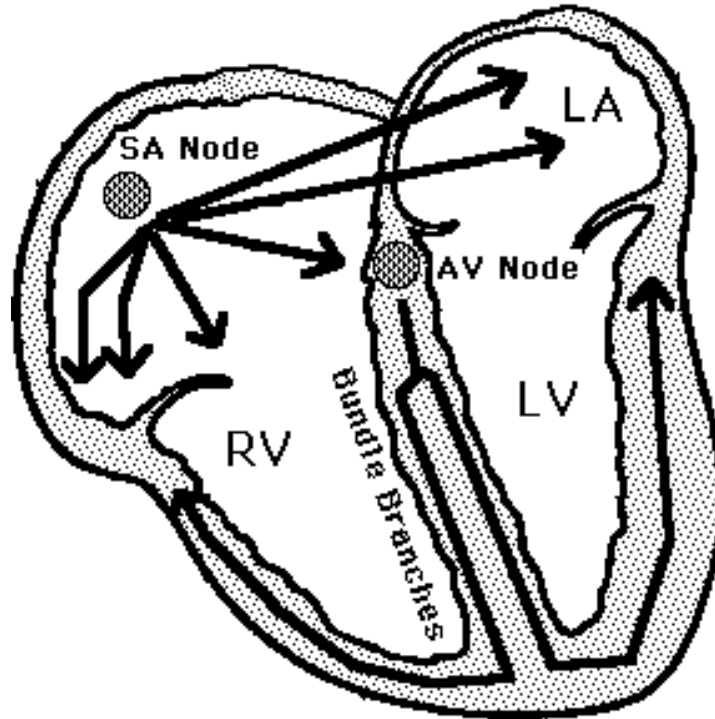
✓ يتم زيادة اعادة امتصاص الصوديوم من الكلى بواسطة هورمون الألدوستيرون Aldosterone، فيما يتم التحكم فى مستوى الألدوستيرون فى الدم بواسطة هورمونى الرينين Renin والأنجيوتنسين Angiotensin.

✓ زيادة اعادة امتصاص الاملاح (الصوديوم) من الكلى يزيد من الضغط الأسموزى وبالتالي من اعادة امتصاص الماء فى الكلى، يتم اعادة امتصاص الماء فى الكلى عبر قنوات الماء والتى يتم التحكم فيها بواسطة الهورمون مانع الأباله Antidiuretic hormone (ADH)، لذا فان زيادة تركيز ADH فى الدم يزيد اعادة امتصاص الماء فى الكلى وبالتالي يعمل على رفع ضغط الدم.

النشاط الكهربائي للقلب ورسم القلب

- القلب يتميز بالمقدرة الذاتية على الخفقان Beats.
- خفقان القلب ينشأ من العقدة الجيبية الأذينية (Sinoatrial node SA) والذي يوجد في الأذين الأيمن ويعرف بالناظمة Pace maker.
- تجدر الإشارة هنا الى أن الأذنين معزولين كهربيا من البطينين، لذا فان الأثر الكهربية يمكن أن تعبر من الأذنين الى البطينين فقط عبر العقدة الأذينية البطينية Atrioventricular node (AV node).

➤ القلب يتمتع بأنسجة خاصة جيدة التوصيل الكهربى حيث
تعبّر الأثارة الكهربائية من العقدة الجيبية الأذينية الى البطينين
عبر حزمة هس Bundle of His وفروعه وألياف
بيركنجى Purkinje fibers.



➤ الأثارة تنشأ من العقدة الجيبية الأذينية وتنتشر عبر الأذنين مما يؤدي الى تقلص الأذنين.

➤ عندما تصل الأثارة الى العقدة الأذينية البطينية يكون هنالك تأخير حوالى ٠،١ ثانية قبل أن تعبر الأثارة الى حزمة هس، هذا التأخير يسمح للأذنين بالانقباض قبل اثارة البطينين مما ينتج عنه ملاً أفضل للبطينين.

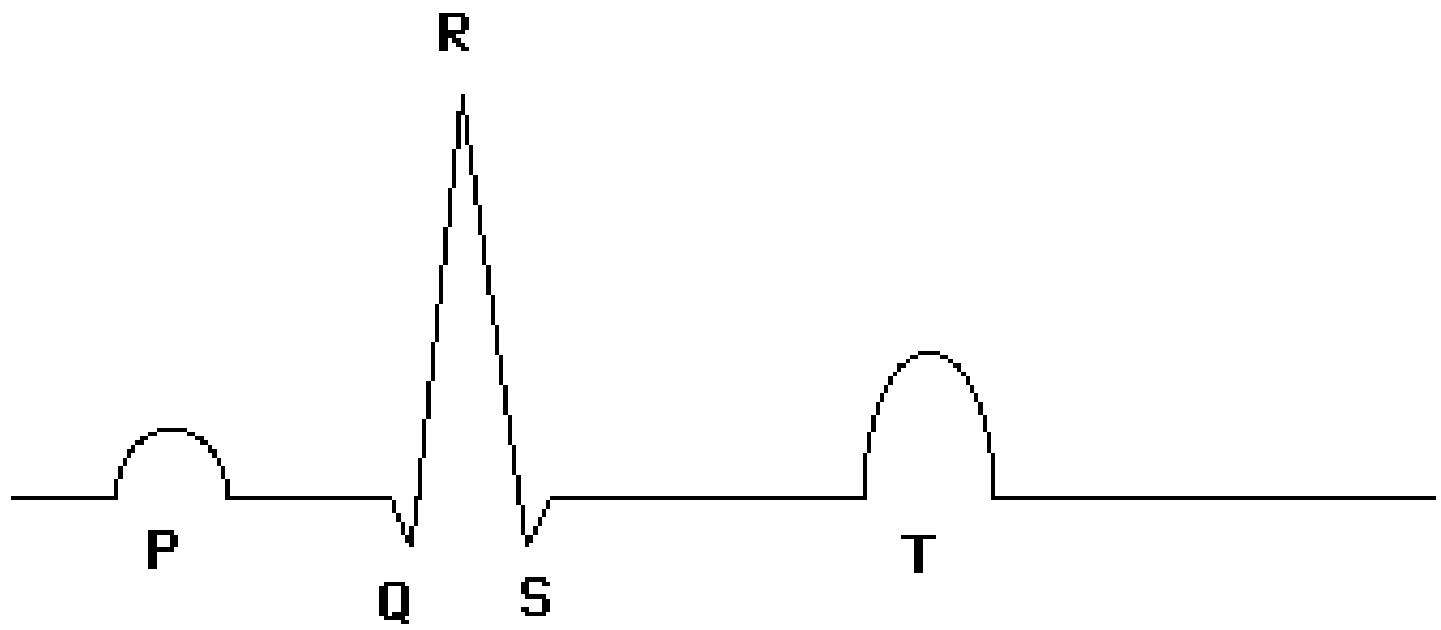
➤ من العقدة الأذينية البطينية تصل الأثارة الى حزمة هس ومن ثم الى الفرع الأيمن والأيسر لحزمة هس ثم الى الياف بيركنجى من أسفل الى أعلى لتنتشر عبر البطينين.

➤ عندما تصل الأثارة الى الألياف العضلية فان الأثارة تنتشر من خلية لأخرى عبر الأقراص البينية.

رسم القلب الكهربى **Electrocardiograph EKG**:

➤ يمكن تسجيل النشاط الكهربى للقلب من سطح الجسم بواسطة جهاز رسم القلب. رسم القلب الكهربى الطبيعى يحتوى على موجات P, QRS and T.

➤ الموجة P تنتج من لا أستقطاب Depolarization (أثارة الأذنين؛ الموجة QRS تنتج من لا أستقطاب Depolarization (اثارة) البطينين فيما تمثل الموجة T اعادة استقطاب Repolarization البطينين.





Respiratory System

الجهاز التنفسي

الجهاز التنفسي Respiratory System

التنفس:

- عملية فسيولوجية تحصل بواسطتها الكائنات الحية على الطاقة اللازمة للأنشطة الحيوية الأخرى بالجسم.
- محصلة التنفس هي الحصول على الأكسجين وطردها ثاني أكسيد الكربون.
- يستعمل الأكسجين في أكسدة الغذاء المهضوم بالخلايا وتحرر الطاقة نتيجة هذه العملية.
- يتم طردها ثاني أكسيد الكربون الناتج عن أكسدة الغذاء إلى خارج الجسم لأنه ضار بالجسم.

➤ الهدف الرئيسى لعملية التنفس هو إمداد خلايا الجسم بالأكسجين وإزالة ثانى أكسيد الكربون الناتج من أنشطة الخلايا المختلفة

➤ هناك ثلاث عمليات أساسية للتنفس:

✓ التنفس الخارجي External Respiration

✓ نقل غازات التنفس Transport of Respiratory Gases

✓ التنفس الداخلى Internal or Tissue Respiration

أجزاء الجهاز التنفسي

- الثدييات معقدة التركيب حيث لا تتصل الخلايا مباشرةً مع البيئة المحيطة.
- تحتاج الثدييات لذلك لأجهزة تنفسية ودموية للسماح بتبادل كافي من الغازات وتوزيع الأكسجين لجميع أجزاء الجسم.

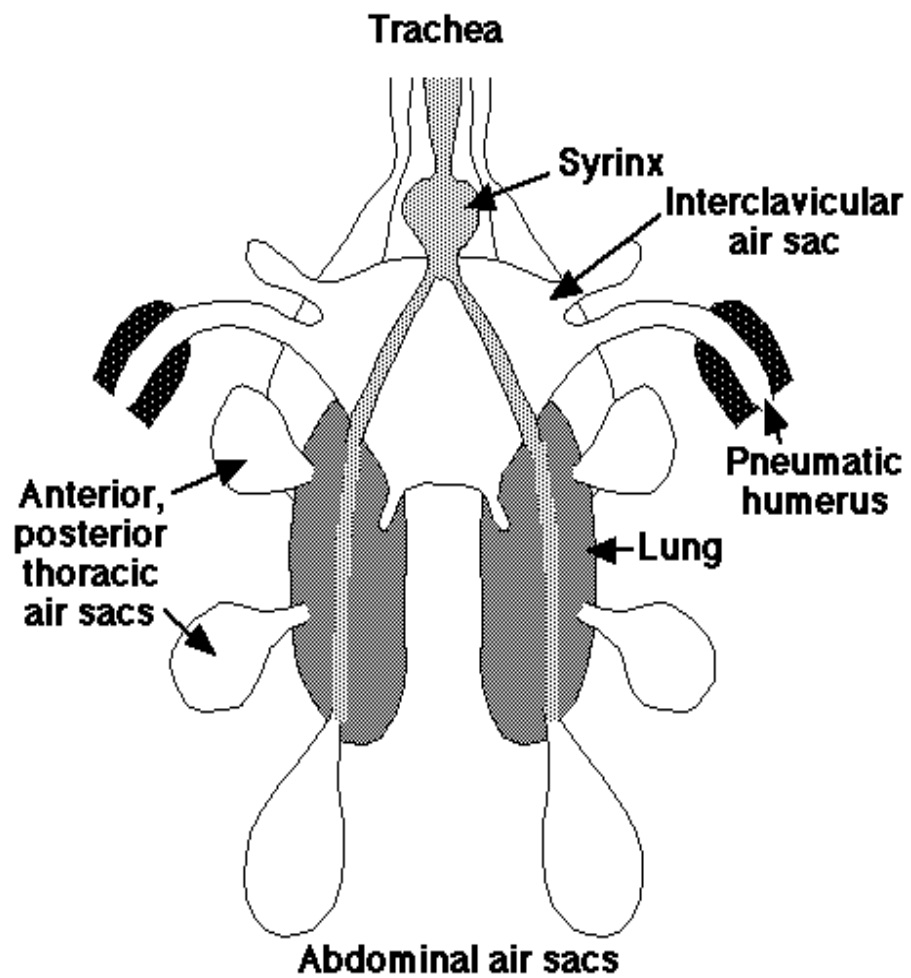
أجزاء الجهاز التنفسي

➤ تشريحياً يتكون الجهاز التنفسي للثدييات من الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبه الهوائية والشعب الهوائية والرئتين. بالإضافة لذلك توجد اكياس هوائية في الطيور.

➤ وظيفياً يتكون الجهاز التنفسي من جزئين:

✓ الأجزاء الموصلة وتشمل التجاويف والأنابيب التي توصل الهواء إلى الرئتين وتشمل الأنف والبلعوم والحنجرة والقصبه الهوائية والشعب الهوائية والأكياس الهوائية في الطيور.

✓ الأجزاء التنفسية وتشمل الأجزاء التي يتم فيها تبادل الغازات وتشمل الشعبات التنفسية وقنوات الحوصلات الهوائية والحوصلات الهوائية.



مراحل عملية التنفس

- التنفس الخارجي External Respiration وتشمل هذه المرحلة الشهيق والزفير، أي العمليات التي بواسطتها يدخل الأكسجين للجسم من البيئة الخارجية ويُطرد ثاني أكسيد الكربون للبيئة المحيطة. وهنا يتم تبادل الغازات على الأسطح التنفسية بالرئة.
- نقل غازات التنفس Transport of Respiratory Gases وتشمل هذه المرحلة نقل الأكسجين من الأسطح التنفسية لأنسجة الجسم ثم نقل ثاني أكسيد الكربون من الأنسجة لأسطح التنفس. وهذه المرحلة يتم نقل الغازات عن طريق الدم.

➤ التنفس الداخلي Internal or Tissue Respiration
وتشمل هذه المرحلة تبادل الأكسجين المستهلك بواسطة
الخلايا و ثانى أكسيد الكربون الناتج من عمليات الأكسدة بين
الدم وخلايا الأنسجة.

التنفس الخارجي:

➤ هى العملية التى يتم فيها تبادل الغازات بين الهواء الخارجى
وحوصلات الرئة والتدفق الكمى للهواء بين الهواء الخارجى
والرئتين.

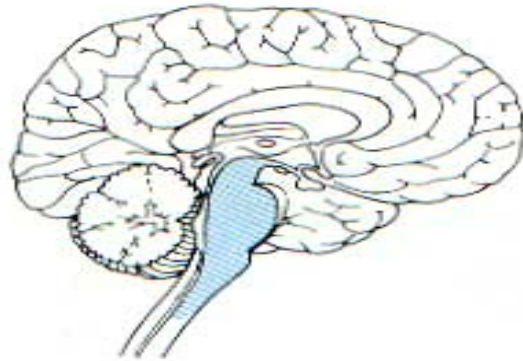
➤ يحدث نتيجة لوجود تدرج فى الضغط بين داخل الرئة
والهواء الجوى، حيث يتحرك الهواء إلى داخل الرئة
(الشهيق) عندما يكون الضغط داخل الرئة أقل من الضغط
الجوى وبالمثل يتحرك الهواء إلى خارج الرئة (الزفير)
عندما يكون الضغط داخل الرئة أعلى من الضغط الجوى.

التحكم العصبى فى الجهاز التنفسي (مراكز التنفس)

➤ عضلات التنفس يتم التحكم فيها عن طريق مراكز التنفس الموجودة فى ساق المخ Brain stem والنخاع المستطيل ويحتوى مركز التنفس على ثلاث مناطق وظيفية:

- ✓ Rhythmicity area منطقة التحكم في إيقاع التنفس
- ✓ Pneumotaxic area منظم سرعة التنفس
- ✓ Apneustic area مركز قطع التنفس

FIGURE 23.24 Approximate location of areas of the respiratory center.



المواقع التقريبية لمراكز التنفس:

مركز عملية التنفس

مركز سرعة التنفس

مركز قطع التنفس

مركز إيقاع
التنفس

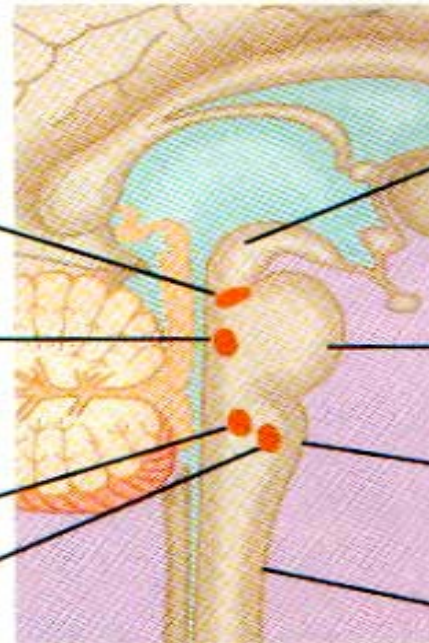
منطقة الشهيق
منطقة الزفير

الدماغ المتوسط

الجسر

النخاع المستطيل

النخاع الشوكي



Sagittal section of brainstem

نقل غازات التنفس:

- نجد أن CO_2 الذائب في البلازما ينتشر إلى هواء الحوصلات ويخرج في الزفير بينما CO_2 المرتبط مع الهيموجلوبين ينفصل عن الجلوبيين وينتشر إلى هواء الحوصلات ويخرج في الزفير .
- أما CO_2 الموجود في صورة أيونات بيكربونات فيدخل كرة الدم الحمراء ويتحد مع أيون الهيدروجين ليكون H_2CO_3 والذي يتحلل بواسطة إنزيم الكربونيك انهيدريز (داخل الكرة الحمراء) إلى CO_2 و H_2O .
- ينخفض تركيز أيون البيكربونات داخل كرة الدم الحمراء مما يشجع دخول أيونات بيكربونات من البلازما إلى داخل كرة الدم الحمراء (يصاحب ذلك خروج أيونات Cl^- من كرات الدم الحمراء إلى البلازما).

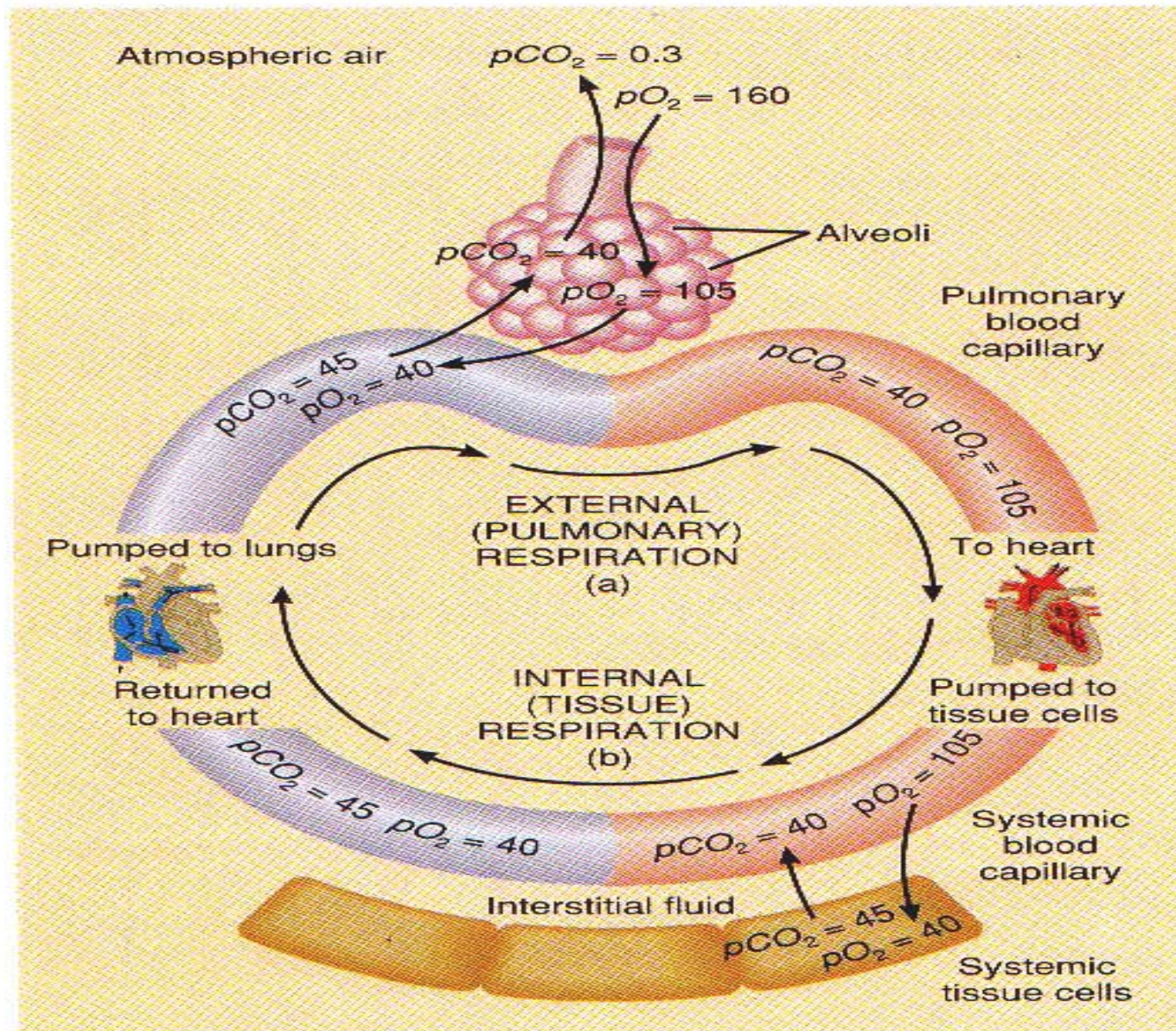
➤ وبذلك يستمر خروج CO_2 من كرة الدم الحمراء إلى هواء الحوصلات ويتخلص منه في الزفير.

➤ في نفس الوقت نجد أن الأكسجين الداخل مع هواء الشهيق ينتشر من الحوصلات إلى داخل كرة الدم الحمراء ويرتبط بالهيموجلوبين وبذلك فإن الدم المؤكسج يغادر الرئتين محتوياً مستوى عالى من O_2 ومستوى منخفض من CO_2 ، H^+ .

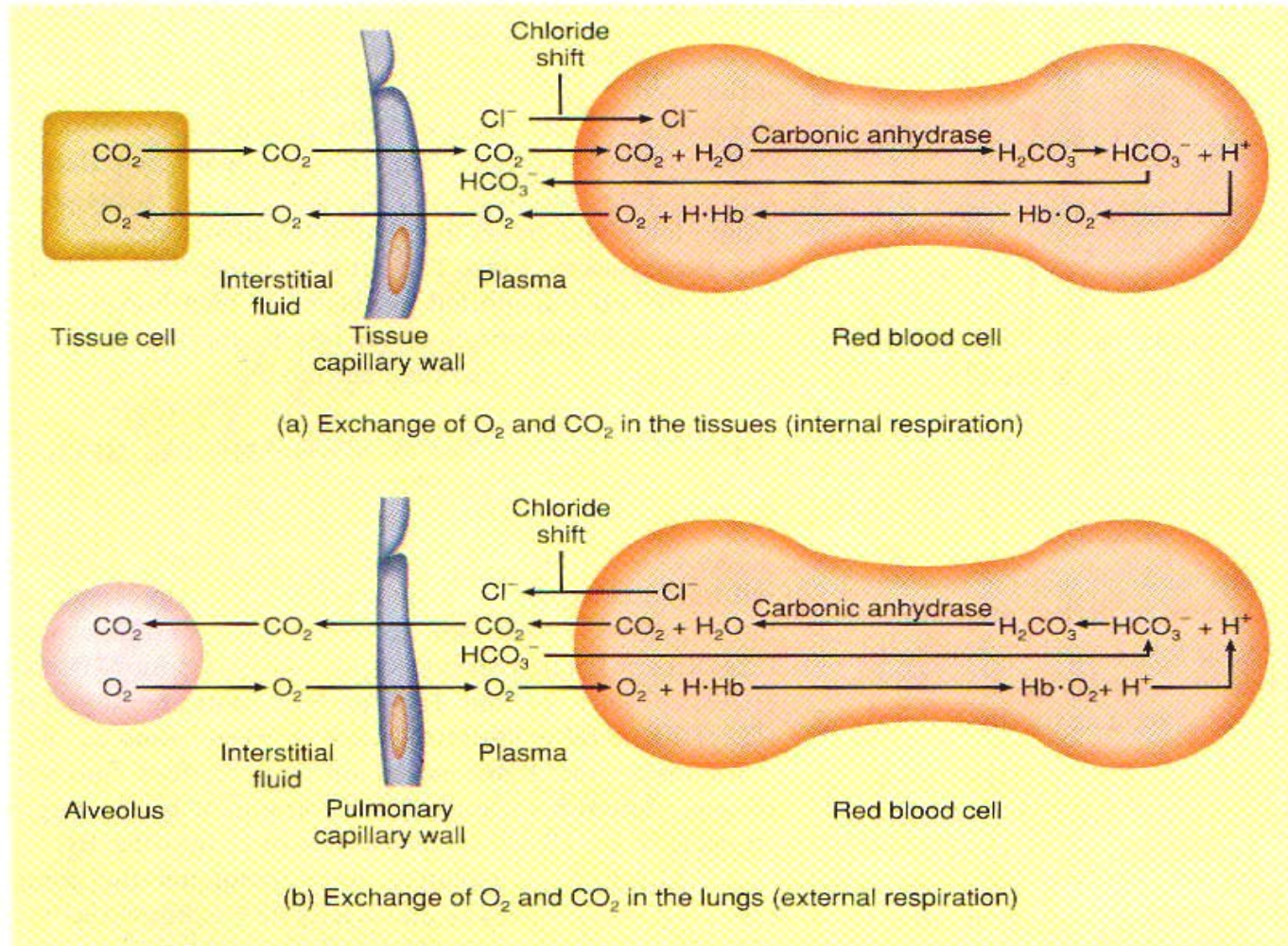
➤ ارتباط O_2 بالهيموجلوبين يؤدي لإطلاق H^+ الذى يرتبط بأيون HCO_3^- ليكون H_2CO_3 الذى يتحلل بدوره إلى CO_2 و H_2O ، وهذا ينتشر من الدم إلى الحوصلات.

➤ اتجاه تفاعل حامض الكربونيك يعتمد على ضغط CO_2 فنلاحظ أنه في شعيرات الأنسجة حيث يكون ضغط CO_2 مرتفع نجد أن تفاعل حمض الكربونيك يتجه لتكوين H^+ + HCO_3^- ، بينما في شعيرات الرئة حيث ضغط CO_2 منخفض فإن تفاعل حمض الكربونيك يتجه لتكوين H_2O + CO_2 .

نقل غازات التنفس



التنفس الداخلي (أنسجة) والخارجي (الرئة)



Renal Physiology

فسيولوجيا الجهاز البولى

التشريح الأساسى للجهاز البولى:

- الوحدة المشكلة للبول وتحتوى على قشرة Cortex ولب Medulla الكلية.
- الوحدة المجمعـة والمخلصة للبول وتتكون من حوض الكلية Renal pelvis، الحالـيين Ureter، المثانة Bladder ومجرى البول Urethra.
- الأمداد الدموى للكلىة يتم عبر الشريان والوريد الكلوى.

➤ تمثل الكلى حوالى ٤% من وزن الجسم و تستقبل ٢٥% من الحصيل القلبى.

➤ يسرى الدم خلال الكلى مخلفا ١% لتشكيل البول، و الذى ينساب عبر الحالب الى المثانة ومن ثم الى الخارج عبر مجرى البول Urethra.

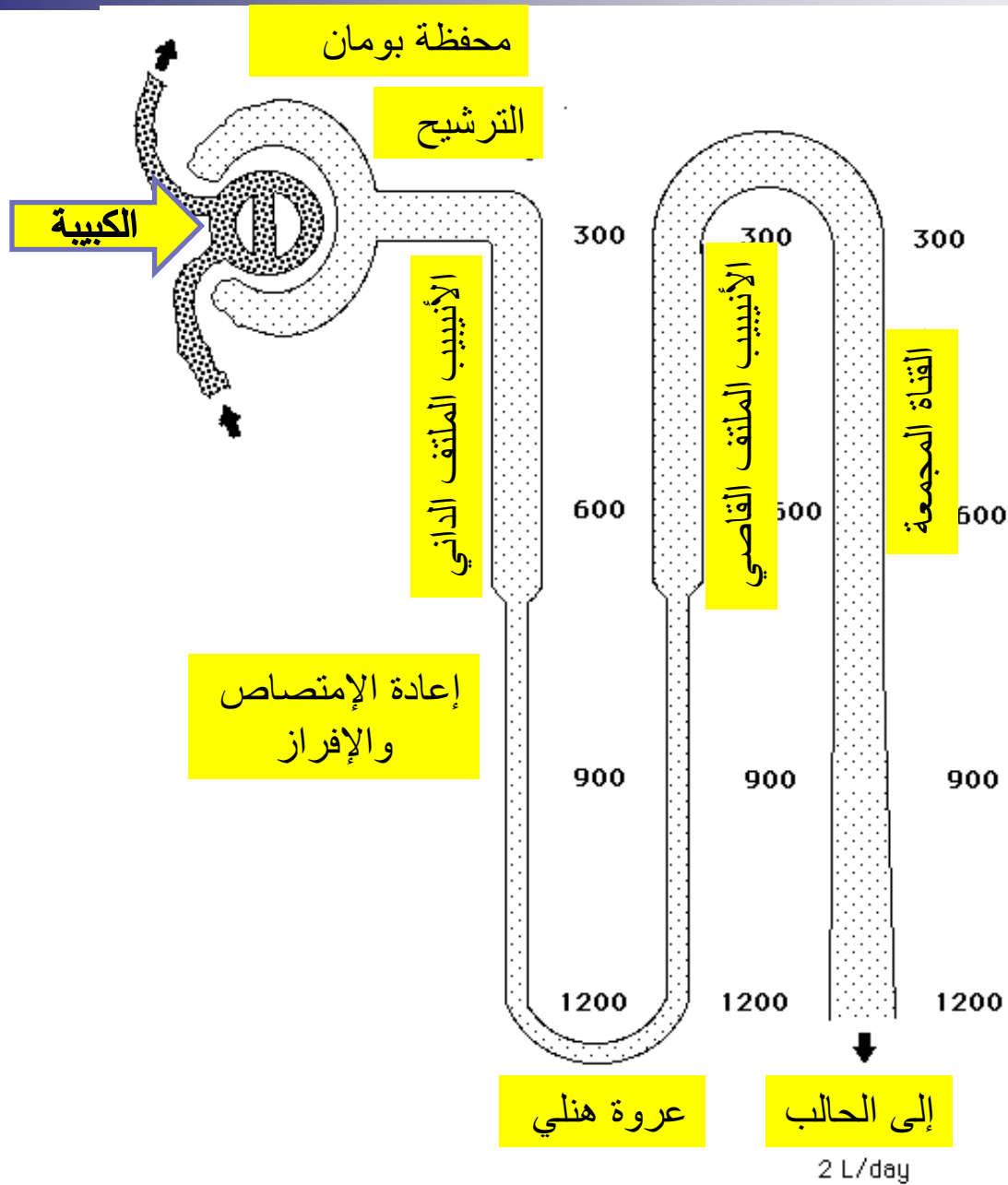
➤ تقوم الكلى بتشريح Filtration حوالى ١٨٠ لتر من البلازما يوميا. ٩٩% من هذا الحجم يتم اعادة امتصاصه فى الكلى، ١% يتم اخراجه فى صورة بول (١,٥ – ٢ لتر/يوم).

وظائف الكلى:

- تشكيل البول والتخلص من السميات ونواتج الأستقلاب الغير مفيدة للجسم (مثال اليوريا).
- تنظيم حجم سوائل البدن (ضغط الدم).
- تنظيم محتوى الماء والأملاح في الجسم.
- تنظيم التوازن الحمضى القعدى للدم Acid base balance.

النفرون Nephron:

- تمثل الوحدة الوظيفية المشكلة للبول في الكلى.
- تحتوى الكلى على حوالى ٢ مليون نفرون.
- يتكون النفرون من:
 - ✓ كبيبة Glomerulus (شبكة من الشعيرات الدموية يتم فيها عملية الترشيح).
 - ✓ محفظة بومان Bowman's capsule والتي تحيط بالكبيبة وتعمل على استقبال وتجميع الراشح Filtrate.
 - ✓ الأنابيب الملتف الدانى، عروة هنلى، الأنابيب الملتف القاصى والقنوات المجمعة والتي تعمل على التحكم فى حجم وتركيز البول.



➤ العمليات الأساسية التي تتم في الكلى هي الترشيح
Filtration، إعادة الأمتصاص Reabsorption
والأفراز Secretion.

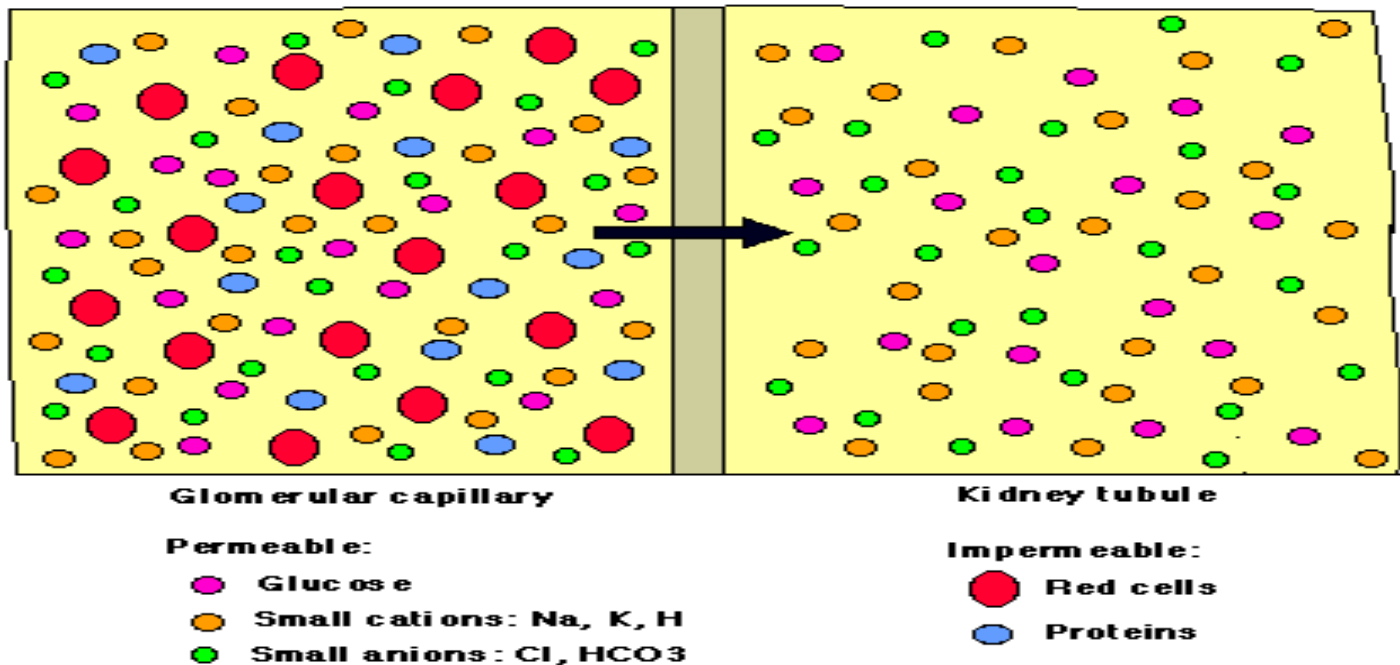
الترشيح Filtration:

➤ يتم ترشيح حوالي ٢٠% من البلازما التي تمر عبر الكلى
في النفرونات.

➤ عملية الترشيح تتم على مستوى الكبيبات Glomeruli.

➤ القوة المؤمنة لعملية الترشيح هو الضغط الهيدروستاتيكي
Hydrostatic pressure للدم والتي تضاد بالضغط
الأسموزي للدم Osmotic pressure والضغط
الهيدروستاتيكي في محفظة بومان.

- ضغط الترشيح = Filtration pressure
الهيدروستاتيكي للدم – (الضغط الأسموزي للدم + الضغط
الهيدروستاتيكي في محفظة بومان)
- يتم ترشيح الماء والجزيئات الصغيرة فيما لا يمكن ترشيح
خلايا الدم والجزيئات الكبيرة كالبروتينات.

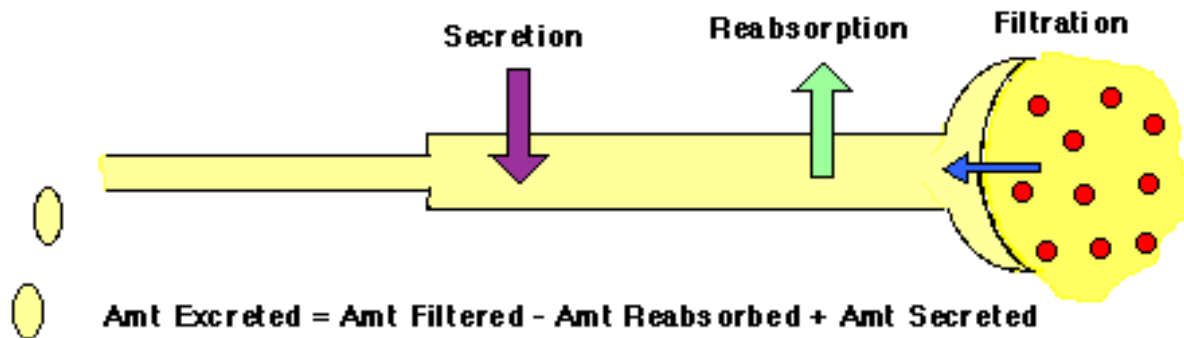


أعادة الأمتصاص و الأفرار:

➤ يتم اعادة امتصاص معظم الراشح Filtrate الى الدم خلال مروره عبر النفرون.

المادة	معدل الإمتصاص %
الماء	99.4%
الصوديوم	99.4%
البوتاسيوم	93.3%
البكربونات	100%
الغلوكوز	100%
اليوريا	53%
الانيولين	0%

- توجد مواد قليلة جدا يتم افرازها فى الأنبيبات الكلوية (البنسيلين، الأمونيا، أيون الهيدروجين).
- عمليتى اعادة الأمتصاص والأفراز تعتبر عمليات مستهلكة للطاقة.
- كمية المادة المخرجة فى البول = كمية المادة التى تم ترشيحها - كمية المادة التى تم اعادة امتصاصها + كمية المادة التى تم افرازها.



قياس معدل الترشح الكبيبي Glomerular filtration rate (GFR)

➤ معدل الترشح الكبيبي هو المعدل الذي ترشح به الكلى بلازما الدم.

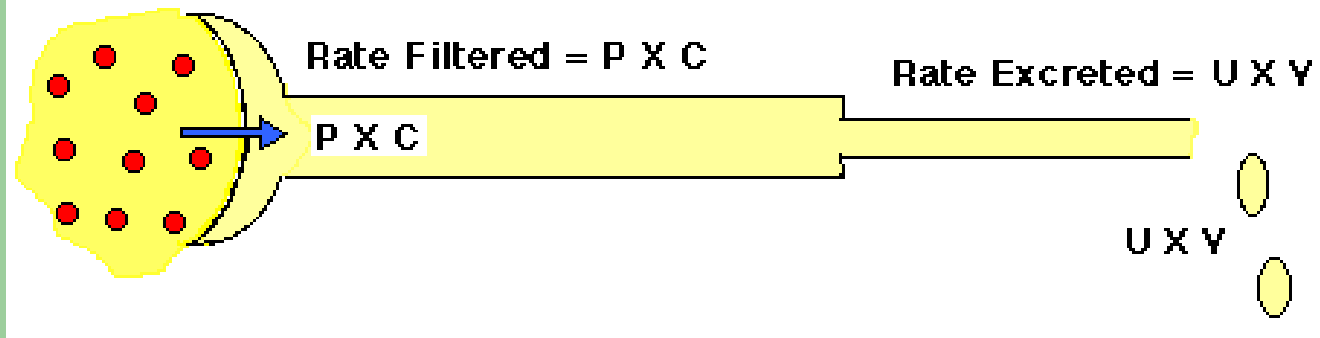
➤ يتم استخدام الأنثولين Inulin والكرياتينين Creatinine لقياس معدل الترشح الكبيبي (يستخدم في تقييم وظيفة الكلى).

➤
$$\frac{U \times V}{P} = \text{GFR}$$
 معدل الترشح الكبيبي

حيث U = تركيز المادة في البول (مج/مل)، V = حجم البول (مل/دقيقة)، P = تركيز المادة في البلازما (مج/مل).

➤ يمكن أيضا استخدام المعادلة السابقة لقياس معدل تصفية المواد المختلفة في الكلى Renal Clearance.

➤ إذا كانت تصفية المادة المعينة اصغر من GFR هذا يعني ان المادة يتم اعادة امتصاصها في الأنابيب الكلوية، وإذا كانت لها تصفية اكبر من GFR فهذا يعني افراز المادة في الأنابيب، وإذا كانت لها تصفية مساوية لل GFR فهذا يعني ان المادة لا يتم اعادة امتصاصها او افرازها في الأنابيب.



If solute is not reabsorbed or secreted, then:

Rate Filtered = Rate Excreted

$$P \times C = U \times Y$$

$$C = \frac{U \times Y}{P} = \text{GFR}$$

To measure GFR you need:

- 1) the urine flow rate, Y , in mL/min
- 2) the concentration of creatinine or inulin in the urine, U , in mg/mL
- 3) the concentration of creatinine or inulin in the plasma, P , in mg/mL

السعة القصوى لإعادة الأمتصاص فى الأنبيبات الكلوية :Tubular maximum

➤ معظم المواد التى يتم رشحها يتم اعادة امتصاصها فى الأنبيبات الكلوية.

➤ فى أغلب الأحيان يتم اعادة الأمتصاص بآليات نقل نشطة مما يتطلب طاقة. مثال لذلك مضخة الصوديوم والبوتاسيوم.

اعادة امتصاص الصوديوم:

➤ معظم الراشح من ايونات الصوديوم يتم امتصاصه بواسطة مضخة الصوديوم فى الأنبيب الملتف الدانى (٦٥%).

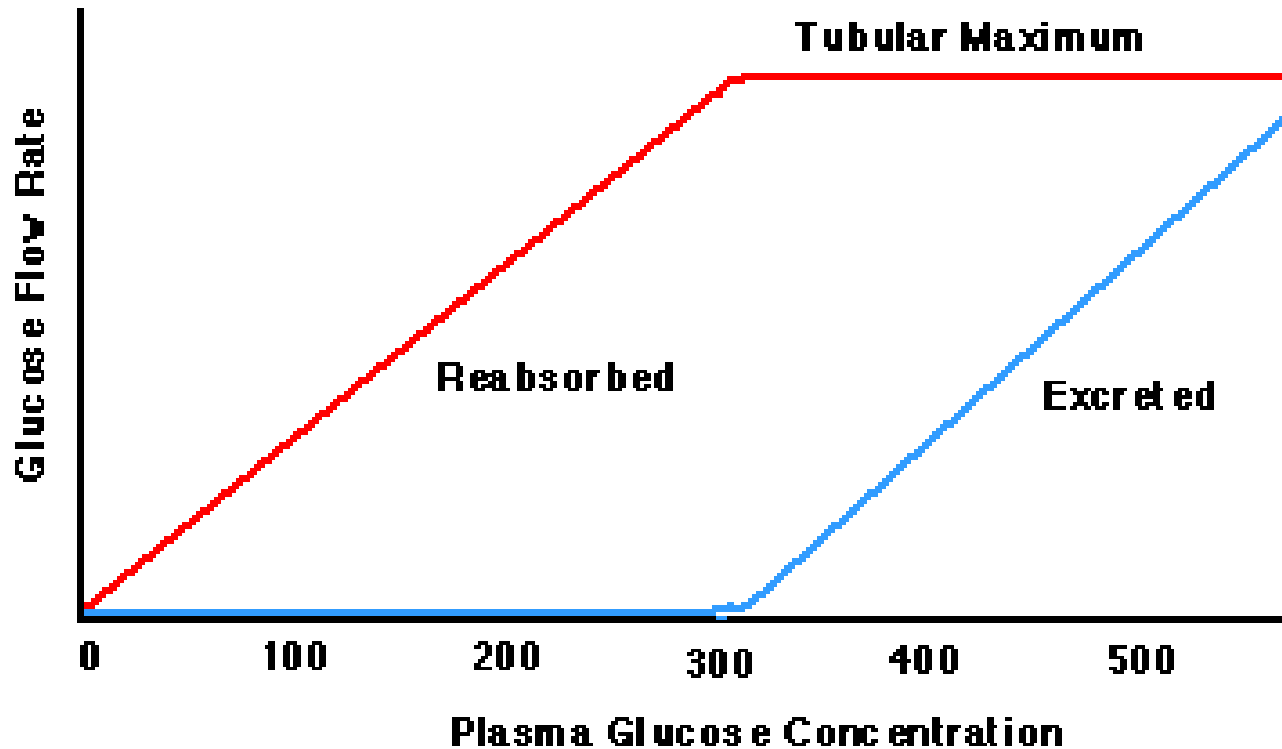
➤ مضخة الصوديوم فى عروة هنلى تستخدم فى انشاء مدرج اسموزى مما ينظم اعادة امتصاص الماء (٢٥%).

➤ التحكم الدقيق فى اعادة امتصاص الصوديوم يتم فى الأنابيب الملتف القاصى والقنوات المجمعَة أيضا بواسطة مضخة الصوديوم والتي تقع تحت تحكم هورمون الألدوستيرون.

اعادة امتصاص الجلوكوز:

- يتم اعادة امتصاص الجلوكوز من الأنابيب الملتف الدانى بآلية نقل نشط ثانوية فى نقل مشترك مع الصوديوم.
- الأنبيبات الدانية تستطيع اعادة امتصاص الجلوكوز بسعة قصوى تبلغ ٣٢٠ مج/دقيقة.
- اذا كان تركيز الجلوكوز فى الدم طبيعيا (١٠٠مج/١٠٠مل) فان كل الراشح من الجلوكوز يتم اعادة امتصاصه من الأنبيبات الدانية فى الكلى.

➤ إذا تعدى تركيز الجلوكوز في الدم مستوى ٣٠٠مجم/١٠٠مل
فان تركيز الجلوكوز في الراشح يتعدى السعة القصوى
TM لإعادة الأمتصاص في الأنابيب مما يؤدي الى ظهور
الجلوكوز في البول (سكر البول) Glucosuria.



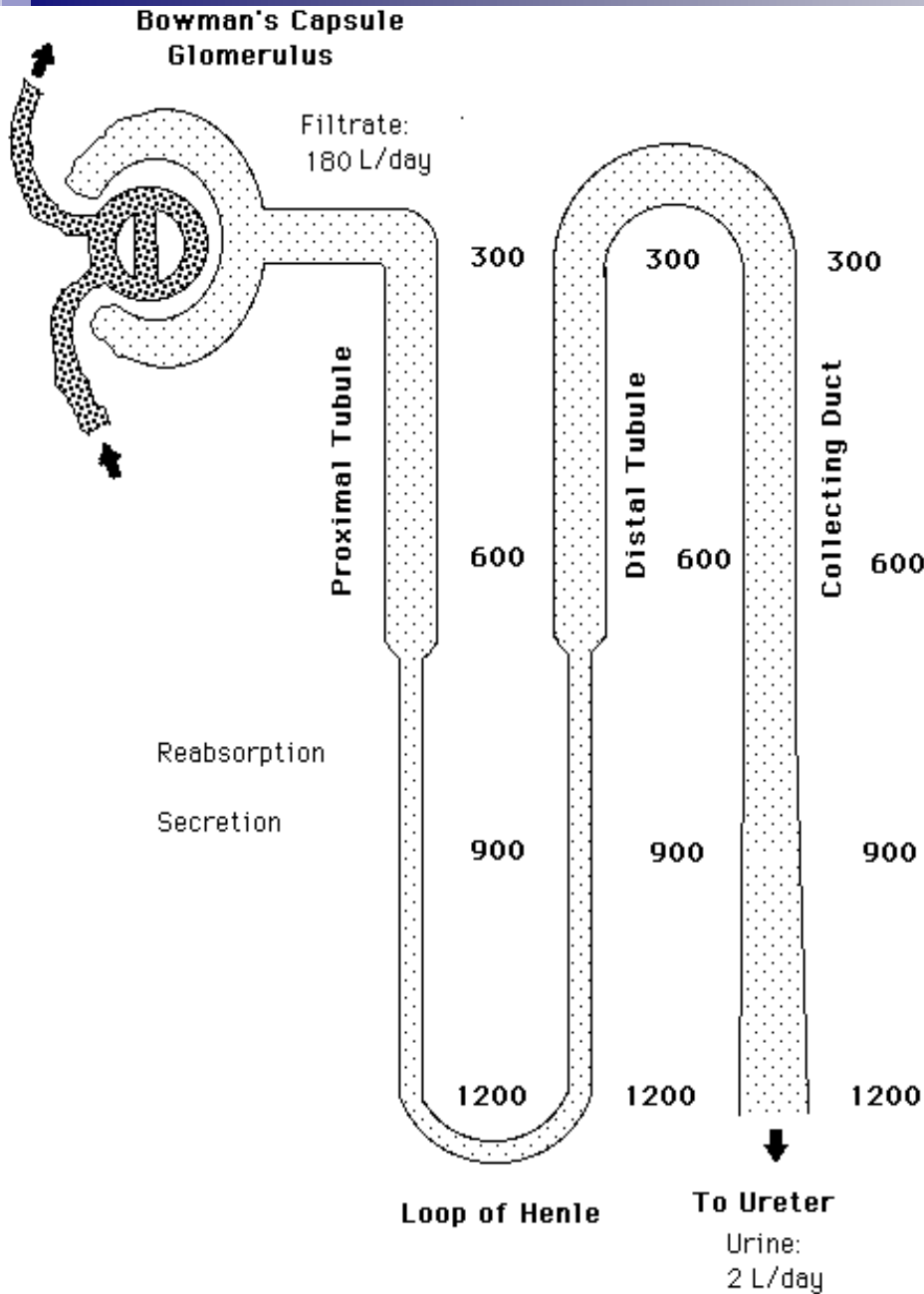
اعادة امتصاص الماء:

➤ يتم اعادة امتصاص الماء اوسموزيا نتيجة للفارق الأوسموزى الذى يشكله اعادة الامتصاص النشط للصوديوم.

الكلية كآلة اوسموزية Kidney as an osmotic machine

➤ تستخدم الكلى النقل النشط للصوديوم لانشاء فارق اوسموزى .Osmotic gradient

➤ الضغط الأوسموزى فى قشرة الكلى اسوي التوتر Isotonic (٣٠٠ مل اوسمول/لتر).



يزداد الضغط ➤
 الأوسموزي في اتجاه
 لب الكلى ليصل الى
 مستوى ٢٠٠ مل
 أوسمول/لتر (فرط
 توتر Hypertonic).

- محلول الأنبيبات يتحرك في اتجاه مناطق مرتفعة التوتر الأوسموزى في اتجاه لب الكلى ثم تعود الى مناطق منخفضة التوتر في قشرة الكلى.
- الكلى تستخدم الفارق الأوسموزى بين محلول الأنبيبات والسائل الخلالي لإعادة امتصاص الماء من الأنبيبات.
- من خلال التحكم في نفاذية القنوات المجمع (الهورمون مانع الأباله، الألدوستيرون) تستطيع الكلى تشكيل بول مركز Concentrated او بول مخفف Diluted عن طريق الفارق الأوسموزى.

تنظيم محتوى الجسم من الماء والأملاح

- الماء يشكل ثلثي وزن جسم الحيوان (٦٦%).
- الماء الزائد في أجزاء الجسم المختلفة يسبب تورمات Swelling ويمثل خطورة على حياة الحيوان وقد يكون قاتلا (تورم المخ).
- ضغط الدم يتناسب طرديا مع حجم الماء في الدورة الدموية.
- المستقبلات الحسية Sensory receptors تتحسس حالة الأملاح والماء في الجسم.

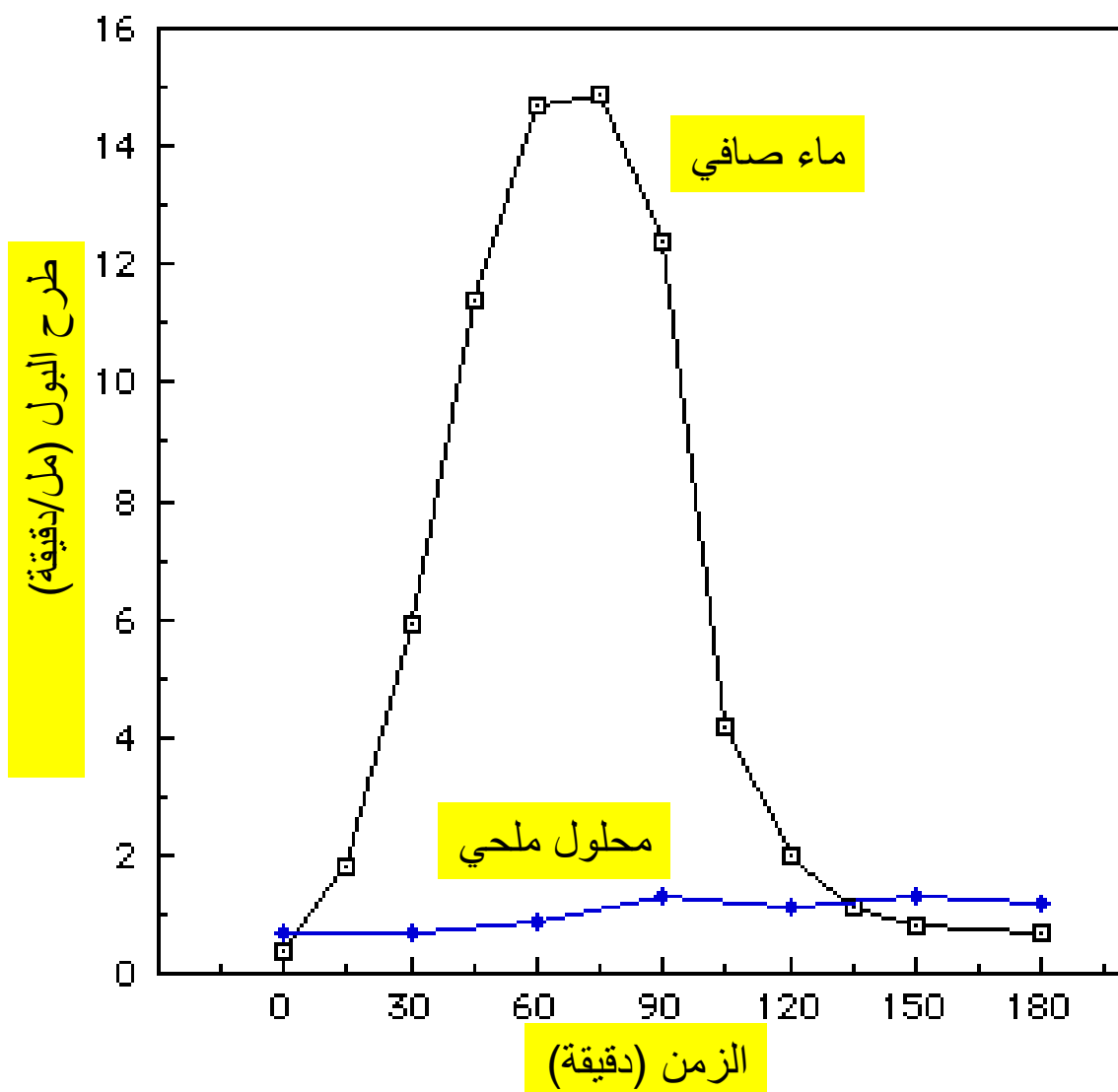
- المستقبلات الأوسموزية Osmoreceptors (توجد في تحت المهاد Hypothalamus، الكلية وقشرة الغدة الكظرية) وتستجيب للتغيرات في الضغط الأوسموزي.
- المستقبلات التوترية Stretch receptors والتي توجد في تحت المهاد، قوس الأبهري، الجيب السباتي وجدار الأذنين تستجيب للتغير في التوتر الذي يسببه تغير ضغط الدم.
- يتم التحكم في حجم الماء في السائل خارج الخلايا بواسطة تركيز الصوديوم في السائل خارج الخلايا. مثال:

✓ عندما يتناول الحيوان كمية كبيرة من الماء فإن الكلية تقوم بتشكيل حجم كبير من البول وتتخلص من الماء الزائد في فترة وجيزة للمحافظة على ثبات حجم البلازما.

✓ بالمقابل فانه عند تناول كمية كبيرة من محلول ملحي Saline يظل تشكيل البول بواسطة الكلى منخفضا ويبقى الماء في الجسم لمدة أطول.

✓ ذلك مرده أن الماء الصافي يخفض أوسموزية البلازما ويثبط بالتالي افراز الهورمون مانع الأباله ADH، فيما يزيد المحلول الملحي اوسموزية البلازما وبالتالي يحفز افراز الهورمون مانع الأباله.

✓ بعد ذالك وخلال مدة طويلة يتم اخراج صوديوم المحلول الملحي في البول ويتبعه الماء اوسموزيا.



➤ عند زيادة محتوى الماء فى السائل خارج الخلايا تعمل الكلية على اخراج كميات كبيرة من البول المخفف.

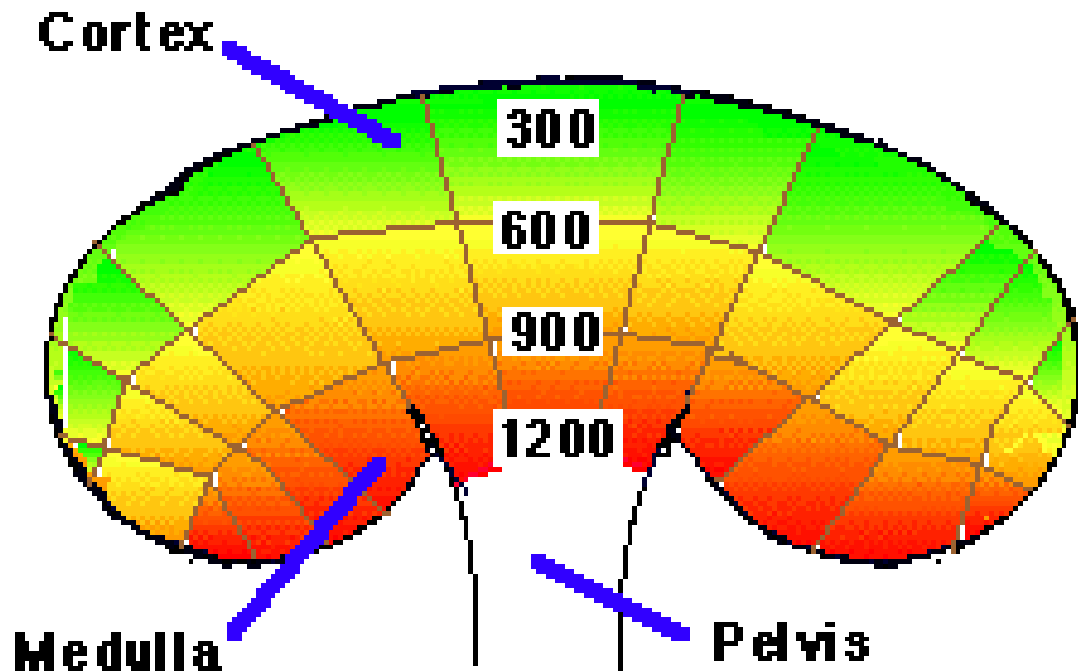
➤ عند نقصان محتوى الماء فى السائل خارج الخلايا (الجفاف Dehydration) تعمل الكلية على اخراج كميات قليلة من البول المركز.

➤ تتمتع الكلية بفارق اوسموزى Osmotic gradient من القشرة الى اللب.

➤ هذا الفارق الأوسموزى ينشأ نتيجة لآلية خاصة توجد فى منطقة عروة هنلى، وتعتمد على ضخ كميات كبيرة من الصوديوم الى السائل الخلالى فى منطقة لب الكلى مما يؤدى الى زيادة تركيز الصوديوم وبالتالي الضغط الأوسموزى فى هذه المنطقة.

➤ الطبقة الخارجية لقشرة الكلى اسوية التوتر مع الدم (٣٠٠ مل أوسمول/لتر).

➤ تزداد الأوسموزية لتصل ١٢٠٠ مل أوسمول/لتر (فرط توتر Hypertonic) في الطبقات الداخلية للـب الكلى.



➤ يتم التحكم فى تركيز البول اوسموزيا على مستوى القنوات الجامعة، والتي تمر عبر منطقة مرتفعة الضغط الأوسموزى (لب الكلى) حيث يتم سحب الماء اوسموزيا اعتمادا على نفاذية القنوات الجامعة للماء.

➤ عند انسياب البول فى القنوات الجامعة فانه يمر أولا فى منطقة أسوية التوتر (٣٠٠ مل أوسمول/لتر) ومن ثم بعد ذلك فى منطقة مفرطة التوتر (١٢٠٠ مل أوسمول/لتر).

➤ إذا كانت نفاذية القنوات الجامعة للماء منخفضة فان البول المخفف فى الأنابيب الكلوية يمر من دون إعادة امتصاص الماء مما يؤدى الى انتاج كميات كبيرة من البول المخفف (أدرار Diuresis).

➤ إذا كانت نفاذية القنوات الجامعة للماء كبيرة فإنه يتم إعادة امتصاص معظم الماء مما يؤدي إلى إنتاج حجم منخفض من البول المركز.

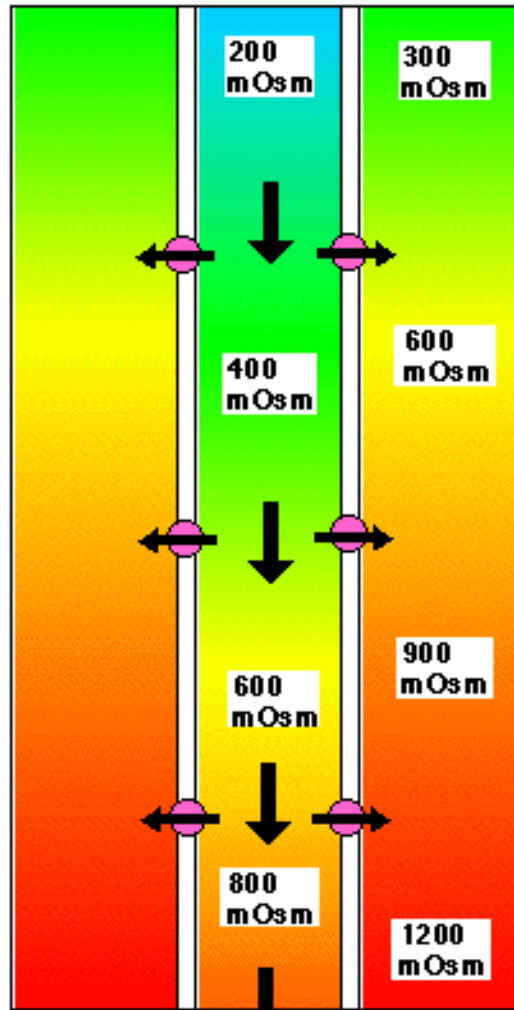
➤ يتم التحكم في نفاذية القنوات الجامعة للماء بواسطة قنوات الماء Aquaporin 2 والتي تقع تحت تحكم الهرمون المانع للأبالة ADH والذي يطرح من الفص الخلفى للغدة النخامية.

➤ عند زيادة تركيز ADH في الدم فإن الكلى تطرح بول مركز وبالتالي تحافظ على الماء في الجسم، ويحدث ذلك في حالات الجفاف Dehydration.

- عند انخفاض تركيز ADH في الدم فإن الكلى تطرح حجم كبير من البول المخفف (أستهلاك كميات كبيرة من الماء).
- الخلل في إفراز أو عمل ADH يسبب طرح كميات كبيرة من البول المخفف، وتعرف هذه الظاهرة بالبول التفه .Diabetes Insipidus

تركيز ADH عالي

القناة المجمعة



حجم قليل من البول المركز

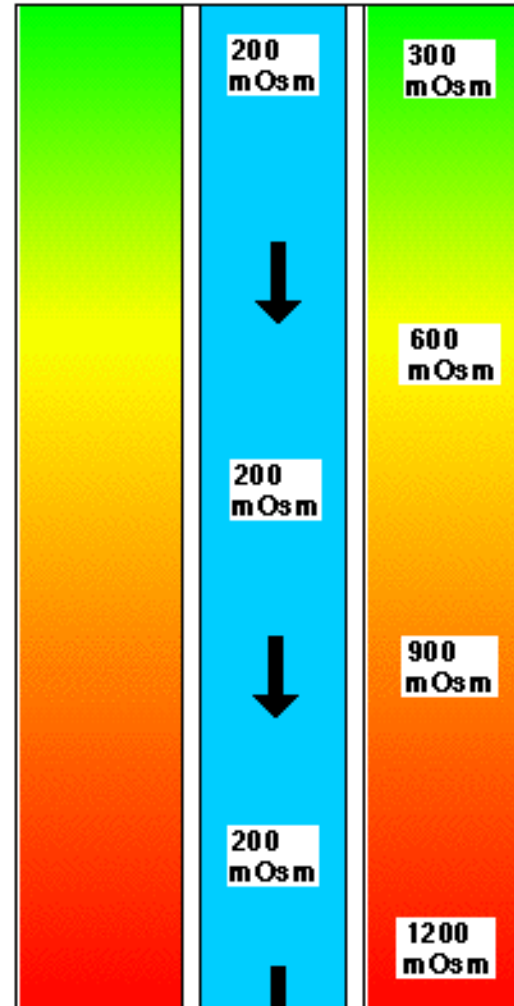
القشرة

الفارق الأوسموزي المولد بواسطة مضخة الصوديوم

اللب

تركيز ADH منخفض

Collecting Duct



حجم كبير من البول المخفف

➤ تتحكم الكلية أيضا في تركيز الصوديوم في البول من خلال التحكم في إعادة امتصاص الصوديوم على مستوى الأنابيب الملتف القاصي تحت تأثير هورمون الألدوستيرون والذي يطرح من قشرة الغدة الكظرية Adrenal cortex.

➤ بالإضافة الى الألدوستيرون فإن الرينين والأنجيوتنسين أيضا يعملان على التحكم في إعادة امتصاص الصوديوم والمحافظة على ثبات تركيز الصوديوم في السائل خارج الخلايا وبالتالي محتوى الماء.

الآلية منظومة الرينين – أنجيوتنسين - ألدوستيرون:

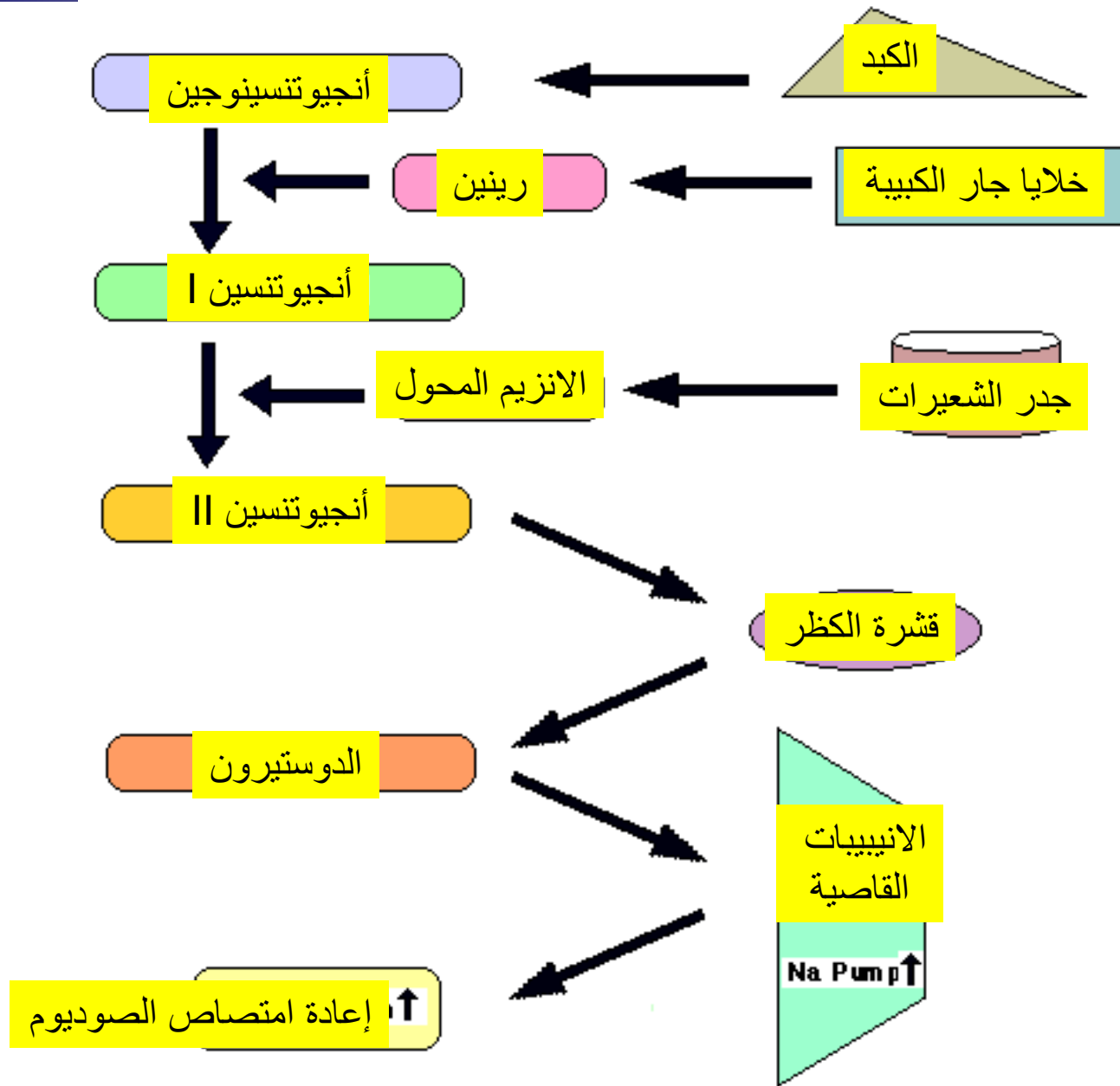
➤ انخفاض ضغط الدم يؤدي الى افراز أنزيم الرينين Renin من الخلايا جار الكبيبة Juxtaglomerular cells في الدم.

➤ يحول الرينين بروتين الأنجيوتنسينوجين (ينتج في الكبد) الى أنجيوتنسين I

➤ يحول الأنجيوتنسين I الى أنجيوتنسين II بواسطة الأنزيم المحول Converting Enzyme (يوجد على جدر الشعيرات الدموية في الرئة).

➤ أنجيوتنسين II يثير قشرة الغدة الكظرية لأفراز مزيد من الألدوستيرون.

➤ الألدوستيرون يزيد من اعادة امتصاص الصوديوم من الأنبيبات الملتفة القاصية.



- زيادة حجم الدم وبالتالي ضغط الدم يثير المستقبلات التوتيرية في الأذنين، مما يؤدي الى افراز هرمون Atrionatriuretic Peptide (ANP) من خلايا الأذنين.
- ANP يؤدي الى طرح الصوديوم والماء في البول مما يعيد حجم الدم الى المستوى الطبيعي وذلك بزيادة معدل الرشح الكبيبي وتنشيط افراز الألدوستيرون، الرينين والهورمون مانع الأباله ADH.

فسيولوجيا الهضم Physiology of Digestion

وظائف الجهاز الهضمي:

- الهضم Digestion وهو عملية تحويل المركبات الغذائية المعقدة الى مواد بسيطة يمكن امتصاصها والاستفادة منها.
- الأمتصاص Absorption وهي عملية نقل نواتج الهضم من تجويف القناة الهضمية وعبر الأنسجة الطلائية المبطنة الى السائل الخلالي ومنه الى الدم.
- يتم دعم عمليتي الهضم والأمتصاص باليتي الحركة Motility والأفراز Secretion.

الوظائف الحركية:

- تناول الغذاء Prehension.
- المضغ Mastication.
- البلع Deglutition.
- حركة المعدة والأمعاء وتشمل الحركة الدودية Peristalsis والحركة التقطعية Segmentation، الأخيرة هي الحركة السائدة.

التحكم في حركة المعدة والأمعاء:

- يتم التحكم في حركة القناة الهضمية بواسطة الجهاز العصبي المستقل ANS والجهاز العصبي المعوى (الضفائر العصبية Nerve plexuses على طول جدار القناة الهضمية).

الوظيفة الإفرازية :Secretory function

➤ عمليات افراز العصارات الهضمية Digestive juices
في تجويف القناة الهضمية والتي تدعم عمليتي الهضم
والامتصاص وتشمل اللعاب Saliva، العصارة المعدية
Gastric juice، العصارة المعوية Intestinal juice،
العصارة البنكرياسية Pancreatic juice والصفراء.

الوظيفة الهضمية :Digestive function

➤ الهضم يعتمد على عمليتي الحركة والافراز (الأنزيمات
الهضمية)، إضافة الى ذلك الأحياء الدقيقة في المعدة
المتقدمة في المجترات والأمعاء الغليظة في الخيول.

وظيفة الأمتصاص :Absorptive function

➤ هي عملية نقل نواتج الهضم من تجويف القناة الهضمية وعبر الأنسجة الطلائية المبطنة الى السائل الخلالي ومنه الى الدم، وتعتمد على الحركة وهى فى الغالب مهمة مستهلكة للطاقة.

مكونات الغذاء:

➤ البروتينات Proteins: أنواع مختلفة ونسب متفاوتة فى أجزاء النباتات وتتكون من أحماض أمينية مرتبطة بروابط ببتيدية، وتمثل أهم مصدر لعمليات البناء والانتاج فى جسم الحيوان.

➤ **الدهون Fats:** تركيز عالي في الحبوب الزيتية وتتركب
الدهون النباتية من أحماض دهنية غير مشبعة
Unsaturated fatty acids وتعتبر مصدر هام للطاقة.

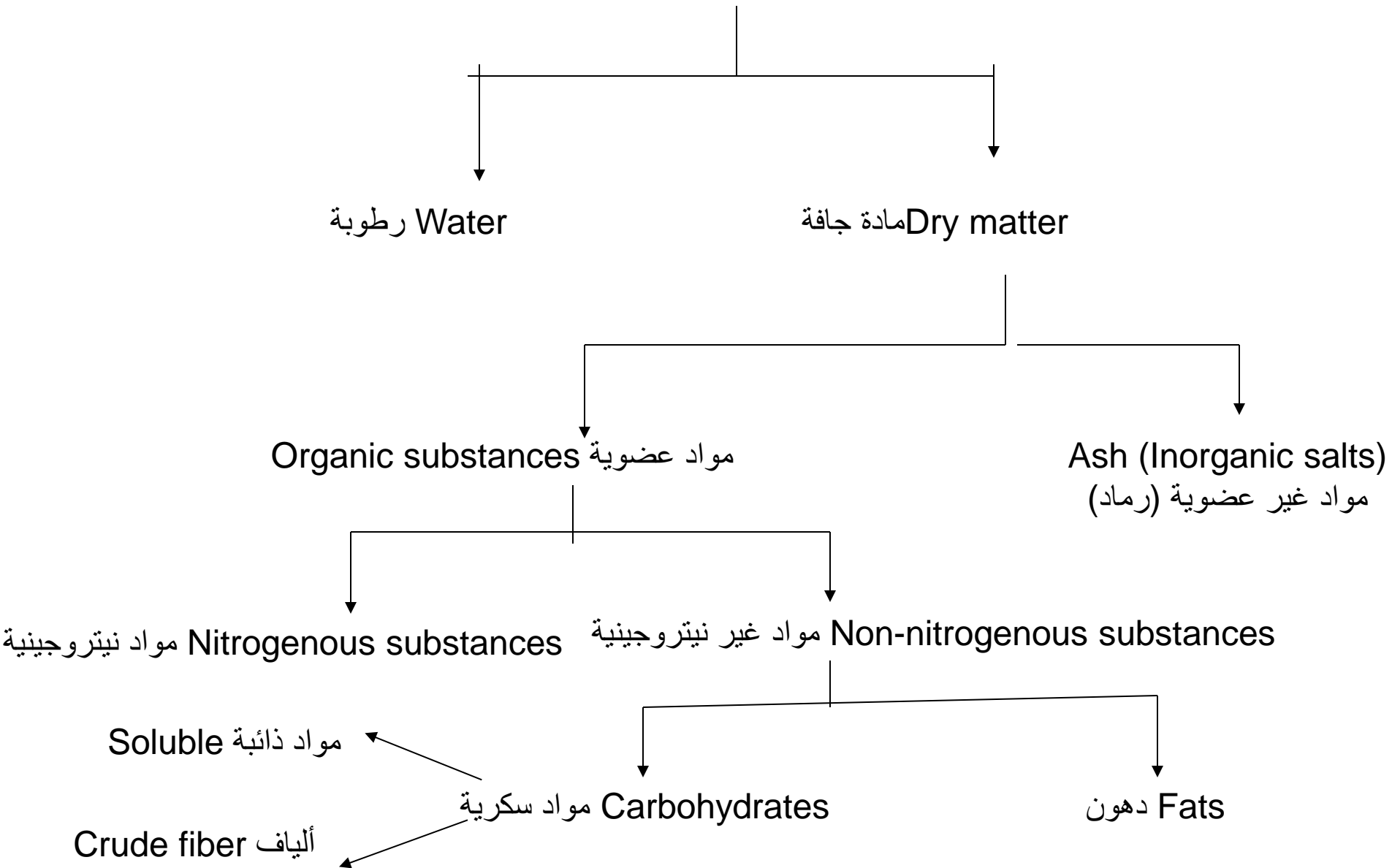
➤ **السكريات Carbohydrates:** وتتكون من النشويات
Starch (حبوب + جزور) والسكريات المعقدة مثل
السيليلوز **Cellulose**، الهيميسيليلوز **Hemicellulose**
والبكتين وتمثل أهم مصدر للطاقة في جسم الحيوان.

➤ **الماء:** ويتكون من ماء الشرب **Drinking** والماء المتناول
في الغذاء **Combined water**.

➤ المعادن: وتتكون من أملاح Macro minerals يحتاج لها الحيوان بكميات كبيرة (جرامات) مثل Na, K, Ca, Mg, P, S وعناصر نادرة Trace elements يحتاج لها الحيوان بكميات قليلة (مليجرامات) مثل Fe, I, Zn, Cu, Mo, Mn.

➤ الفايتامينات Vitamins: وتتكون من الفايتامينات الذائبة في الماء (B-complex, C) Water soluble vitamins والفايتامينات الذائبة في الدهون ADEK.

Feed الغذاء



أنواع غذاء الحيوان:

➤ الأعلاف الخضراء Roughages.

➤ القش أو التبن Hay.

➤ العلائق المركزة Concentrate.

تقسيم الحيوانات حسب نوع الغذاء:

➤ حيوانات عاشبة Herbivores وتشمل العواشب المجتررة

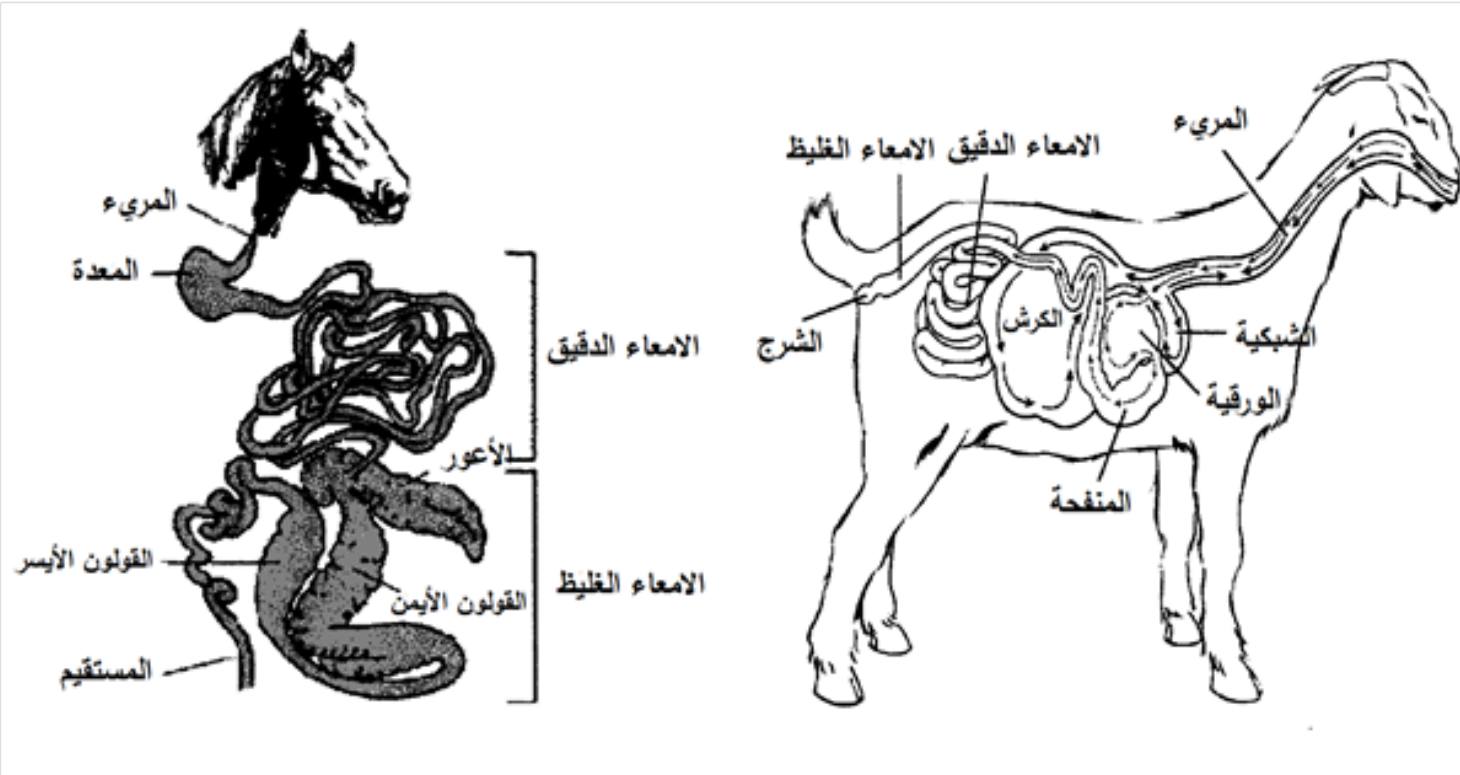
Ruminants والعواشب وحيدة المعدة Monogastric herbivores.

➤ حيوانات لاحمة Carnivores.

➤ حيوانات قارطة Omnivores.

التركيب التشريحي العام للقناة الهضمية:

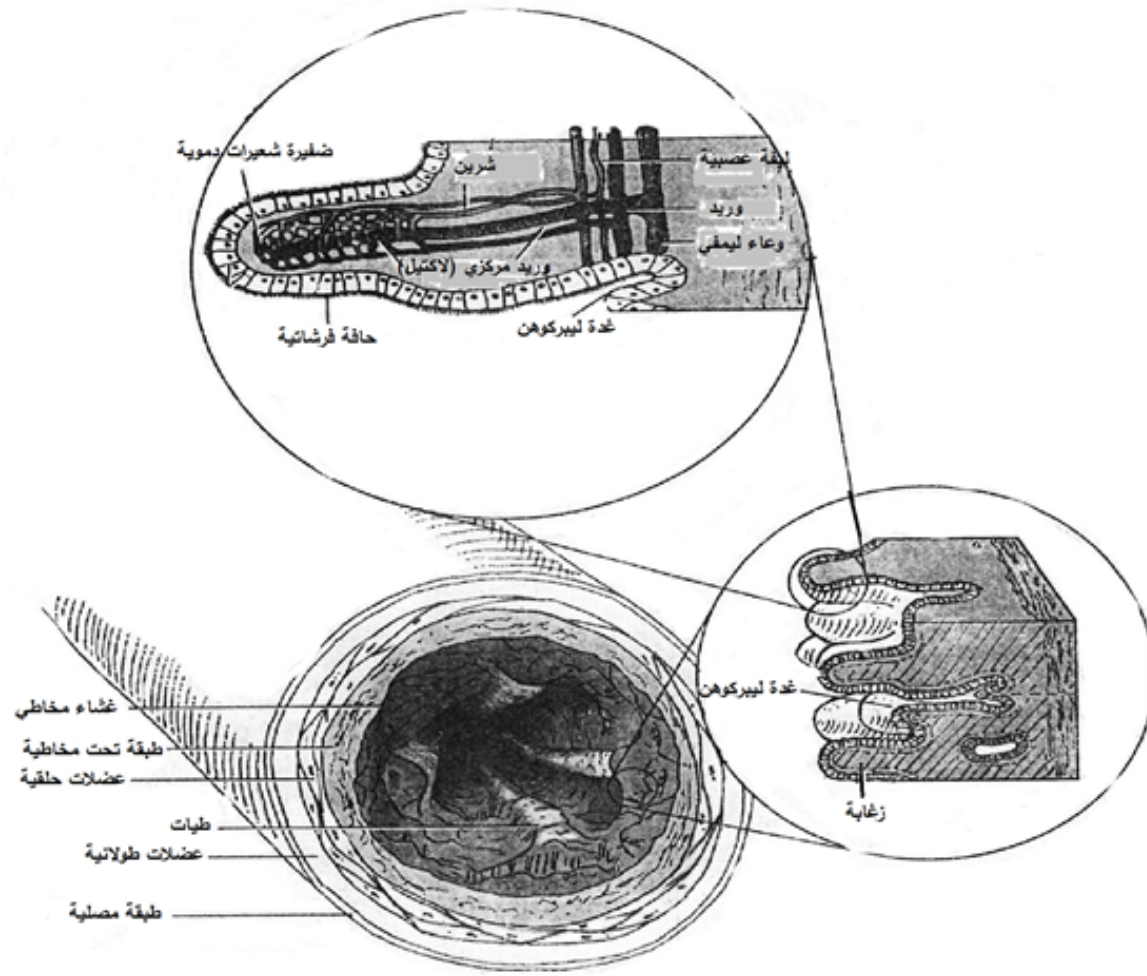
- الفم ويتكون من الشفتان Lips، الأسنان Teeth، اللسان Tongue، الحنك العظمى Hard palate، الحنك الرخو Soft palate وعضلات الفك. ويلعب الفم دورا مهما في عمليات تناول، مضغ وبلع الغذاء (الهضم الالى).
- البلعوم Pharynx والمرىء Esophagus ولهما دور فى بلع الغذاء.
- المعدة Stomach وتتكون فى المجترات من أربعة غرف (كرش Rumen، شبكية Reticulum، ورقية Omasum والمنفحة Abomasum) ووظيفتها تخزين وهضم الغذاء.



التركيب التشريحي للقناة الهضمية في الحيوان الزراعي

➤ الأمعاء الدقيقة Small intestine: تتكون من العفج Duodenum، الصائم Jejunum واللفائفي Ileum، ومهمتها هضم وامتصاص الغذاء.

➤ الأمعاء الغليظة Large intestine: ويتكون من الأعور Caecum، القولون Colon والمستقيم Rectum، ومهمتها امتصاص الماء والأملاح وتحديد محتوى وكمية الفضلات كما يتم فيها تخمير ميكروبي للمركبات العضوية التي لم يتم هضمها في الأجزاء العليا من القناة الهضمية.



التركيب النسيجي للقناة الهضمية

أعضاء الهضم الثانوية المساعدة :Accessory glands

➤ تشمل الغدد اللعابية Salivary glands، الغدد المعدية Gastric glands، غدة البنكرياس Pancreas، الغدد المعوية Intestinal glands (غدد برونر Brunner's glands، وغدد ليبركوهن Lieberkühn crypts) والكبد Liver ومهمتها دعم عمليات هضم الغذاء.

تناول الغذاء :Prehension

- تعتبر الشفاه lips، الأسنان teeth واللسان من الأعضاء المركزية في عملية تناول الغذاء بالنسبة للتدييات المستأنسة.
- آلية تناول الغذاء تختلف باختلاف نوع الحيوان، الخيول تستخدم الشفاه لتناول الأغذية المقطوعة سلفاً، بينما تستخدم القواطع لتناول غذائها من المرعى. الأبقار والضأن تستخدم اللسان لتناول غذائها.
- تتناول حيوانات المزرعة السوائل عن طريق المص sucking (شهيق + لسان منقبض).

المضغ :Mastication

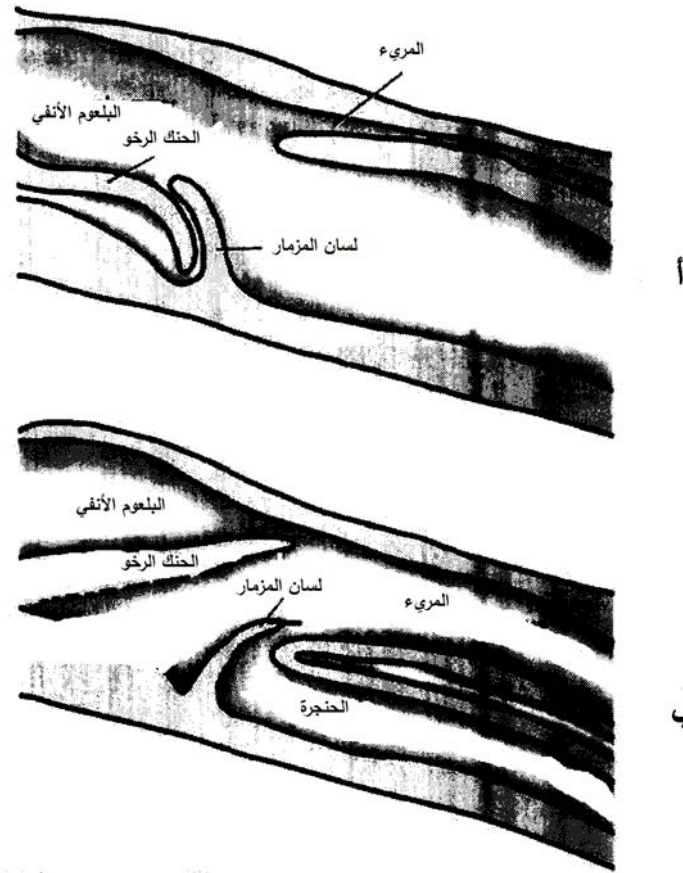
➤ وظيفة المضغ الأساسية هي تصغير حجم الغذاء المتناول وتكوين البلعة bolus بعد خلطها باللعاب saliva لتسهيل عملية البلع.

➤ الحيوانات آكلة العشب herbivores تتميز بالية مضغ مكثفة وتكون حركة الفك أثناء عملية المضغ جانبية Horizontal حيث يتم المضغ على جانب واحد.

عملية البلع Deglutition:

➤ تعتبر عملية البلع عملية معقدة حيث تتكون من مرحلة إرادية ومرحلة انعكاسية (لا إرادية).

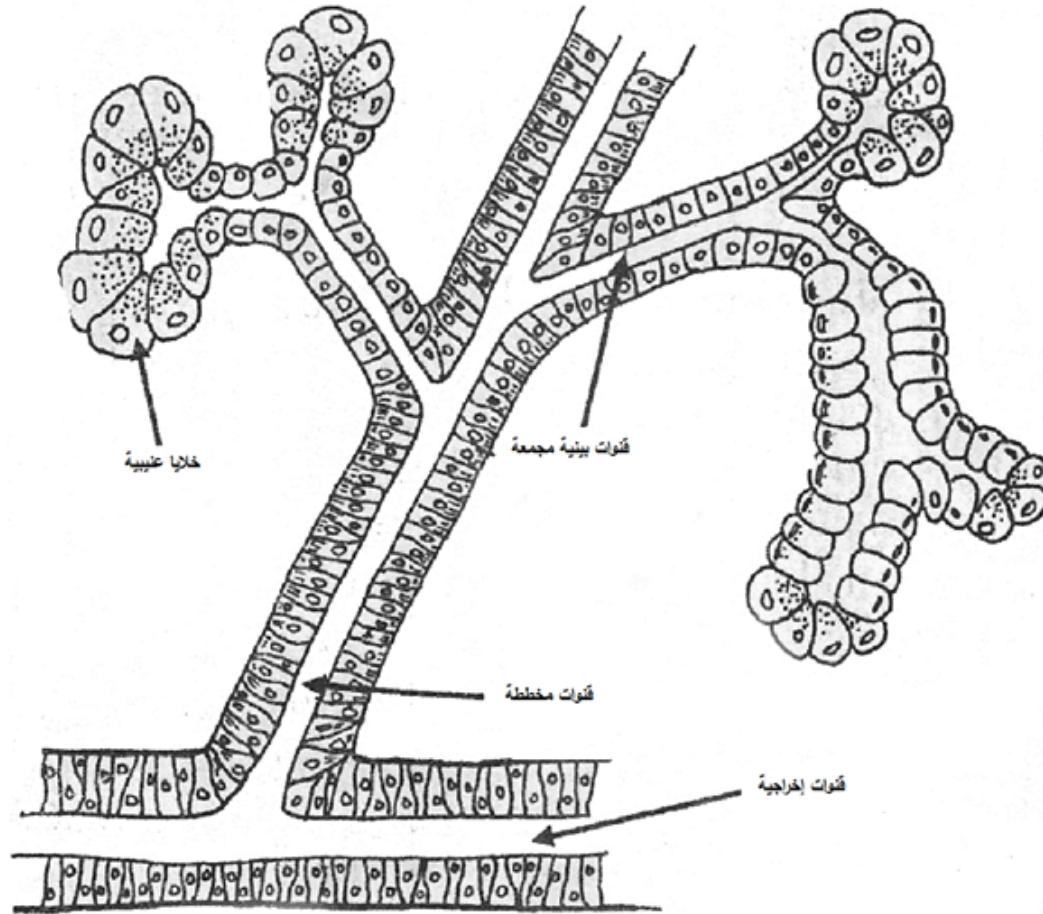
➤ المرحلة الإرادية تتم عن طريق حركة الفم واللسان لدفع البلعة إلى المنطقة الخلفية لتجويف الفم oral cavity بين اللسان Tongue والحنك العظمي Hard palate . في هذا الوضع تنبه البلعة ميكانيكياً المستقبلات Receptors الموجودة في الأغشية المخاطية لتجويف الفم الخلفي والبلعوم Pharynx حيث تبدأ المرحلة الأنعكاسية الغير ارادية لعملية البلع.



وضع الحنجرة والبلعوم أثناء عمليتي التنفس (أ) والبلع (ب)

إفراز اللعاب :Salivary Secretion

- تفرز الغدد اللعابية salivary glands كميات متفاوتة من اللعاب حسب نوع الحيوان وطبيعة الغذاء.
- توجد ثلاث غدد لعابية رئيسية مزدوجة هي: الغدة النكفية parotid gland، الغدة الفكية mandibular gland و غدة تحت اللسان Sublingual.
- بالإضافة لهذه الغدد المزدوجة هنالك عدد من الغدد الفردية تنتشر بصفة رئيسية في الغشاء المخاطي للفم والبلعوم.



التركيب النسيجي للغدة اللعابية

➤ الغدد اللعابية تسمى غدد مصلية serous إذا كانت ذات إفراز منخفض اللزوجة نسبة لعدم احتوائه علي مادة الميوسين Mucin (المخاطين) ومثال لذلك الغدة النكفية.

➤ غدد مخاطية mucous وهي ذات إفراز لزج لاحتوائه علي نسبة عالية من مادة ميوسين ومثال لذلك الغدد المنفردة الموجودة في غشاء الفم والبلعوم

➤ غدد مختلطة mixed لأن إفرازها مصلي – مخاطي Seromucinous ومثال لذلك غدد تحت اللسان والغدد الفكية.

وظائف اللعاب:

➤ اللعاب له دور أساسي في تسهيل المضغ والبلع. إضافة اللعاب اللزج إلى الغذاء الجاف يسهل تشكيلة في شكل كرات صغيرة تعرف بالبلعه Bolus سهلة الانزلاق من تجويف الفم إلى البلعوم Pharynx والمرىء Esophagus.

➤ يحتوي اللعاب بصفة خاصة في الحيوانات المجترة علي نسبة عالية من دارئ البيكربونات Bicarbonate ونسبة اقل من دارئ الفوسفات Phosphate. هذه الدوارىء تحافظ على توازن الأس الهيدروجيني pH في الكرش.

➤ في الإنسان والجمال والزواحف يحتوي اللعاب على إنزيم الأميليز amylase (التيالين ptyalin) الذي يعمل على هضم المواد النشوية. هذا الإنزيم يفرز بواسطة الخلايا المصلية.

➤ اللعاب وسط جيد لذوبان العديد من المركبات التي تسبب تنبيه براعم الذوق taste buds.

➤ يلعب اللعاب دوراً هاماً في توصيل بعض المركبات العضوية مثل اليوريا urea وبعض الأملاح من الدم إلى الكرش.

➤ يساعد اللعاب في الحيوانات التي تلهث panting animals في تنظيم درجة الحرارة . Thermoregulation

➤ عن طريق اللعاب يمكن التخلص من بعض المركبات الضارة مثل الصبغات النباتية بإعادتها من الدم إلى القناة الهضمية.

➤ يحتوي اللعاب علي إنزيم لايسوزايم Lysozyme، الغلوبولين المناعي immunoglobulin A واللاكتوفيرين Lactoferrin وهي تحد من نشاط وتكاثر الجراثيم في الفم.

تنظيم إفراز اللعاب Regulation of salivary secretion

- وجود الغذاء في الفم يعتبر من أهم العوامل التي تنبه إفراز اللعاب.
- الغذاء الجاف عادة يحتاج إلى كمية كبيرة من اللعاب مقارنة مع الغذاء الرطب.
- تركيبة الطعام أيضاً تؤثر على إفراز اللعاب حيث نجد أن الأغذية الغنية بالألياف تحفز إفراز اللعاب مقارنة بالأغذية المركزة Concentrates.
- تنظيم إفراز اللعاب يقع تحت تأثير الجهاز العصبي المستقل Autonomic nervous.

وظائف المعدة المتقدمة :stomach

حركة المعدة المتقدمة :Fore-stomach motility

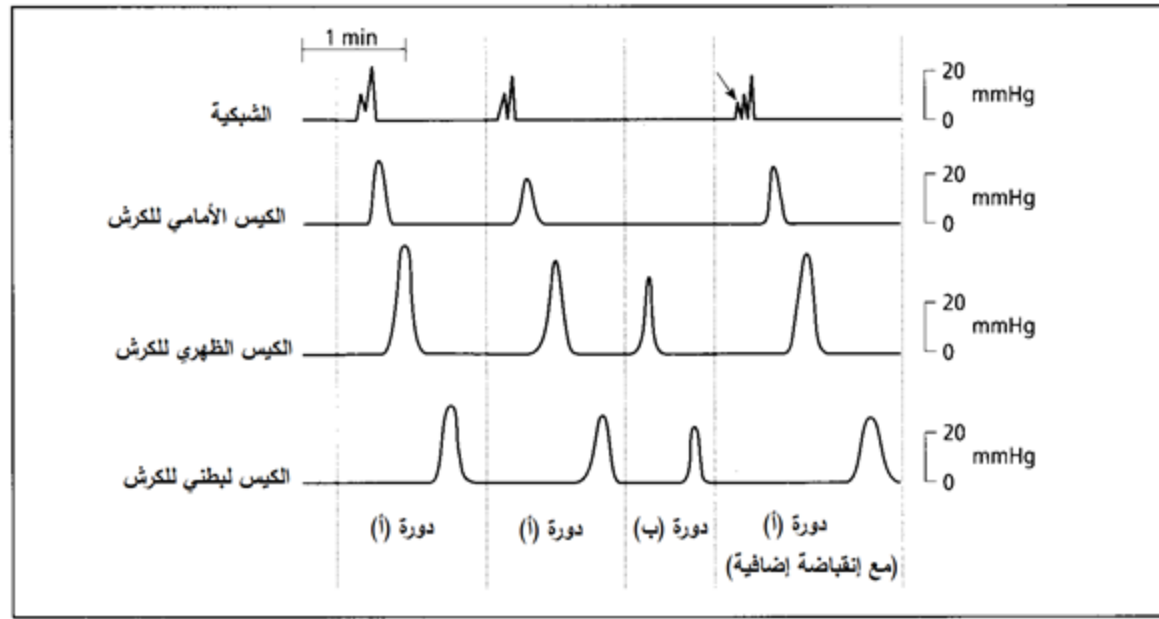
حركة الكرش والشبكية :Reticulo-rumen motility

➤ وظائف هذه الحركة تتمثل في:

✓ الخلط المكثف للمأكول ingesta والأجترار
.Rumination

✓ إطلاق الغازات (نواتج التخمر في الكرش) Eructation.

✓ نقل الغذاء من الكرش والشبكية إلى الورقية Omasum .



رسم تخطيطي لحركة الكرش والشبكة

المؤثرات الطرفية على حركة الشبكية والكرش:

➤ حركة المعدة المتقدمة تتأثر بكمية، نوع وملمس الغذاء المتناول، حيث يؤدي الضغط الخفيف والمتوسط الناتج من تناول الغذاء إلى إثارة المستقبلات الآلية (الضغطية). تناول الغذاء يؤدي في نفس الوقت إلى زيادة إفراز اللعاب. هنا يجب التنبيه بأن تناول غذاء خشن غني بالألياف له أثر أكبر مقارنة بالغذاء المركز **concentrate**.

➤ الضغط العالي على جدار المعدة المتقدمة يؤدي إلى تثبيط الحركة كما يحدث في حالات النفاخ **Tympany**. الأثر التثبيطي على حركة المعدة المتقدمة يحدث أيضاً نتيجة لتنبية المستقبلات الكيميائية الطلائية بواسطة ارتفاع تركيز الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة أو ارتفاع الضغط الأسموزي.



تأثير نوع العلف على تناول الغذاء وإفراز اللعاب
والأس الهيدروجيني في الكرش

➤ يلعب الأس الهيدروجيني pH لمحتوى المعدة الحقيقية دوراً مهماً في تنظيم حركة المعدة المتقدمة، حيث يؤدي انخفاض الأس الهيدروجيني ألي إثارة المستقبلات الطلائية في المعدة وبالتالي تنشيط حركة المعدة المتقدمة، فيما يؤدي زيادة الأس الهيدروجيني وامتلاء المعدة الحقيقية إلي تثبيط حركة المعدة المتقدمة.

➤ إثارة المستقبلات الطلائية في الإثني عشر عن طريق انخفاض الأس الهيدروجيني أو إرتفاع الضغط الأسموزي يؤدي إلي تثبيط حركة المعدة المتقدمة كما يؤدي إلي تثبيط إفضاء المعدة الحقيقية.

نمو المعدة المتقدمة :Growth of the fore stomach

- تمثل المعدة المتقدمة عند الولادة حوالي ٢٠% من وزن الجهاز الهضمي، فيما تمثل المعدة الحقيقية ٥٥-٦٠% من وزن المعدة الكلية.
- عندما تبدأ الحيوانات الصغيرة في تناول الأعلاف الخشنة وتبدأ بالتالي عمليات التخمير في الكرش فإن المعدة المتقدمة تبدأ في النمو لتصل حوالي ٥٠% من وزن الجهاز الهضمي وحوالي ٨٠-٩٠% من وزن المعدة الكلية.
- حينذاك تقدر حجم الكرش والشبكية بحوالي ١٠-١٥% من وزن الجسم، أي حوالي ٦-١٢ لتر في المجترات الصغيرة ولأكثر من ١٠٠ لتر في الأبقار الحلوب lactating.

الهضم في المعدة المتقدمة - Digestion in fore-stomach

➤ تلعب الأحياء الدقيقة microorganisms دوراً مهماً جداً في عملية الهضم في المعدة المتقدمة.

➤ تعيش هذه الأحياء الدقيقة في تكافل مع الحيوان، حيث يؤمن الحيوان بيئة ملائمة لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة تتمثل في الآتي:

✓ السعة الكبيرة والحرارة الثابتة (38°C).

✓ وجود كميات كبيرة من السوائل (اللعاب).

✓ المحافظة على أس هيدروجيني متعادل (5.5-7.0) بواسطة بيكربونات اللعاب وإفرازه من الغشاء المخاطي للكرش.

✓ الإمداد المستمر بالمركبات الغذائية (تناول + اللعاب).

✓ الخلط المنتظم للمحتويات (حركة المعدة المتقدمة).

✓ تصغير جزيئات الغذاء (الاجترار).

✓ التخلص المنتظم من غازات التخمر (التجشؤ).

✓ التخلص المستمر من نواتج إستقلاب الأحياء الدقيقة (الامتصاص).

➤ بينما تعمل الأحياء الدقيقة على تخمير الغذاء المتناول وبناء
غذيات ذا قيمة غذائية عالية بالإضافة إلى إزالة سمية بعض
المواد السامة مثل النيتريت، الفايثوإستروجين phyto-
estrogen والقوسيبيول Gossypol.

الأحياء الدقيقة في المعدة المتقدمة Rumen microbes:

- الأحياء الدقيقة التي توجد في المعدة المتقدمة هي البكتريا
Bacteria، الأولي protozoa والفطريات Fungi.
- تمثل البكتريا والأوالي الأغلبية بحجم ١٠ % من الحجم الكلي
للمعدة المتقدمة.
- تعتبر البكتريا الأهم في عمليات التخمير والتفاعلات الكيميائية
الحيوية التي تتم في المعدة المتقدمة.

التخمير الميكروبي في المعدة المتقدمة :Microbial fermentation

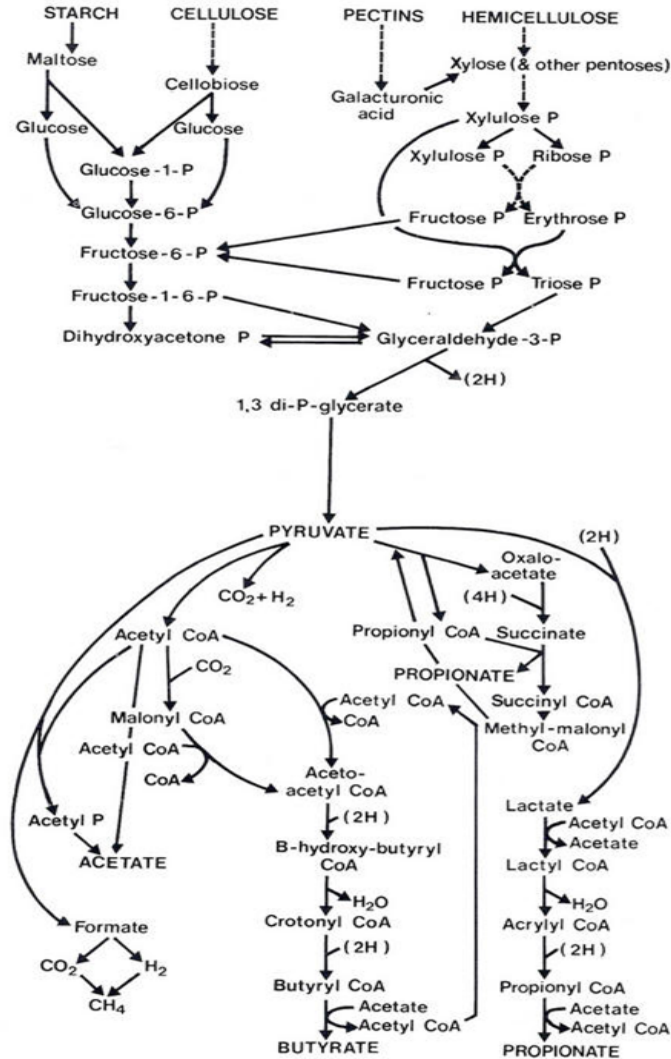
تخمير الكربوهيدرات :Carbohydrates fermentation

➤ يتم أولاً تحليل hydrolysis مكونات جدر الخلايا النباتية cell wall ومحتويات الخلايا من سليلوز cellulose، هميسليلوز Hemicellulose، بكتين pectin ونشا starch إلى وحداتها البنائية (سكريات أحادية monosaccharides) بواسطة الإنزيمات الميكروبية.

➤ بعد ذلك يتم أيض هذه الوحدات من خلال دورة Glycolysis (Embden-myerhof way) ودورة pentose phosphate إلى بيروفات pyruvate، والذي يعتبر المنتج الوسيط Intermediary product المركزي لأيض الكربوهيدرات الميكروبي.

➤ نتيجة لتحويل البيروفات السريع إلى أحماض دهنية قصيرة السلسلة وغازات فإنه لا يمكن الكشف عن البيروفات في سائل الكرش.

➤ يؤدي هذا التحويل إلى فقد كميات من الطاقة في شكل حرارة Heat وغاز الميثان CH_4 لا يمكن للحيوان الاستفادة منها.



مسارات تخمير وأيض الكربوهيدرات
بواسطة ميكروبات الكرش

➤ يتم بناء الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة (الطيارة) (الإستات Acetate، البروبيونات propionate، البيوترات Butyrate) بالإضافة لغازات الكرّش من البيروفات بطرق أيضية مختلفة.

➤ الأحماض الدهنية الطيارة (قصيرة السلسلة) يتم إنتاجها بنسب مولية مختلفة حيث تسود نسبة الإستات يعقبها البروبيونات ثم البيوترات.

➤ هذه النسبة تتأثر بكمية ونوع الكربوهيدرات المتناولة بالإضافة إلى التركيب الفيزيائية للعليقة، حيث تؤدي العليقة الغنية بالنشا إلى خفض نسبة الإستات وزيادة البروبيونات مع ثبات نسبة البيوترات، فيما تزداد البيوترات بزيادة معدل طاحينة الغذاء (غذاء مطحون).

تأثير نوع الكربوهيدرات في العلف على النسب المولارية (%) للأحماض الدهنية قصيرة السلسلة

الإحماض الدهنية قصيرة السلسلة	علف غني بالسيليلوز (تبن)	علف غني بالنشا (مركزات)
اسيتات	70-60	50-40
بروبيونات	20-15	40-30
بيوترات	15-10	15-10

➤ تركيز الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة SCFAs في سائل الكرش غير ثابتة وتتراوح بين ٦٠-١٢٠ مل مول/لتر اعتماداً على نوع وكمية الغذاء. يزداد تركيز SCFAs خلال الساعات الثلاثة الأولى بعد تناول الغذاء ثم يبدأ بعد ذلك في الانخفاض .

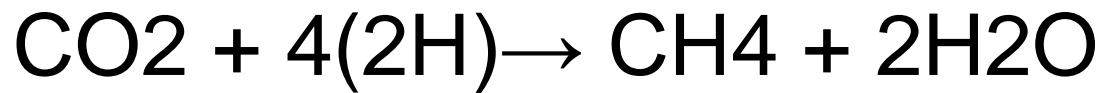
➤ بالإضافة إلى حمض الخليك Acetic acid وحمض البروبيونيك acid propionic وحمض البيوتريك Butyric acid يتم إنتاج حمض الفاليريك valeric acid والأحماض الدهنية ذات السلاسل المتفرغة (Isovalerate, Isobutyrate) بكميات ضئيلة جداً في الكرش.

➤ عمليات التخمير الميكروبي تنتج أيضاً غاز CO_2 (٥٠-٦٠ %)، غاز الميثان (٣٠-٤٠ %)، غاز الأكسجين، غاز الهيدروجين، غاز أول أكسيد الكربون (CO) وغاز كبريتيد الهيدروجين H_2S بكميات ضئيلة جداً.

➤ جزء من غاز O_2 بالإضافة لغاز النيتروجين N_2 الذي يوجد في سائل الكرش rumen liquor لا ينتج من عمليات التخمير وإنما تمثل غاز الهواء الجوي.

➤ غاز CO_2 ينتج من Decarboxylation البيروفات و oxidative decarboxylation الأحماض الأمينية وتحلل Hydrolysis اليوريا urea.

➤ الهيدروجين اللازم لبناء غاز الميثان CH_4 من اختزال CO_2 يتم الحصول عليه من pentose phosphate Glycolysis ،(PPP) pathway و Decarboxylation البيروفات وتحلل الأحماض الأمينية.



➤ عملية بناء الميثان هذه تمثل فاقد طاقة (١٨ %) بالنسبة للحيوان.

➤ كمية الميثان المنتجة في اليوم تتأثر بكمية الغذاء المتناول وتقدر بمتوسط ٣٠ لتر في الضأن و ١٥٠ لتر في الأبقار وهذه الكميات يجب التخلص منها عن طريق التجشؤ لأنه لا يمكن امتصاص الميثان من المعدة المتقدمة .

تخمير البروتينات والمركبات النيتروجينية غير البروتينية :proteins & non protein nitrogen (NPN)

- يحتوي الغذاء على المركبات النيتروجينية في شكل بروتين ومركبات نيتروجينية غير بروتينية (NPN) مثل الأحماض الأمينية، النترات، اليوريا وحمض اليوريك.
- الإنزيمات الميكروبية proteases في الكرش تحلل البروتينات إلى ببتيدات مركبة oligopeptides وببتيدات ثنائية Dipeptides وأحماض أمينية Amino acids .
- الببتيدات الصغيرة والأحماض الأمينية يتم أخذها بواسطة الأحياء الدقيقة ليتم أيضاً إلى أمونيا NH_3 وهياكل كربونية (أحماض دهنية قصيرة السلسلة)، أو يتم استخدامها لبناء بروتينات ميكروبية microbial proteins.

➤ معدل تحلل البروتينات في الكرش تتأثر بخصائص البروتين (قابلية الذوبان والتركيب) وتتراوح بين ٣٠-٧٠% على حسب مصدر البروتين، بروتينات الحشائش الطازجة مثلاً يمكن أن تحلل بنسبة ١٠٠%.

➤ بعض مكونات النباتات مثل التانين tannin وبعض المعاملات الكيميائية مثل الفورمالين تؤدي إلى تخفيض معدل تحلل البروتين في الكرش وذلك بتقليل قابلية ذوبانها .solubility

➤ يمكن حماية بروتينات الغذاء تقنياً protected protein لتصل مباشرة للمعدة من دون تحلل ميكروبي في الكرش un-degradable protein(UDP).

➤ المركبات النيتروجينية غير البروتينية NPN يتم تحليلها أيضاً بواسطة الإنزيمات الميكروبية إلى NH_4 (أمونيوم)، CO_2 وأحماض عضوية.

➤ الأمونيا الناتجة من أيض البروتينات وتحلل المركبات النيتروجينية غير البروتينية NPN يمكن استخدامها بواسطة الميكروبات لبناء البروتين الميكروبي microbial protein.

➤ 40-95% من البروتينات الميكروبية يتم بناءها باستخدام الأمونيا، فيما يتم بناء باقي البروتينات الميكروبية باستخدام الببتيدات والأحماض الأمينية وذلك حسب نوع الغذاء.



الدورة الكرشية الكبدية :Ruminohepatic cycle

- يتم خلال هذه الدورة إدارة مستمرة لليوريا بين الكرش والكبد.
- يتم امتصاص الأمونيا عبر الغشاء الطلائي للكرش حيث تنقل عبر الوريد البابي portal vein إلى الكبد، حيث يتم بناء اليوريا من الأمونيا في الكبد (urea cycle) ويعتبر ذلك إنهاء لسمية الأمونيا.
- اليوريا تغادر الكبد عن طريق الوريد الكبدي Hepatic vein لتصل بعد الدورة الدموية الرئوية إلى الدم الشرياني لتصل معه إلى الغدد اللعابية ليتم إفرازها في اللعاب أو يتم انتشارها عبر جدار الكرش ليتم إفرازها في المعدة المتقدمة.
- يتعرض اليوريا في المعدة المتقدمة لإنزيم اليوريز urease الميكروبي لتحلل إلى أمونيا و CO_2 .

تخمير الدهون:

- الإنزيمات الميكروبية في الكرش مثل Galactosidase، lipase و phospholipase تعمل على حلمهة الدهون (الجلسريدات الثلاثية Triglycerides).
- بعد ذلك يتم هدرجة Hydrogenation الأحماض الدهنية غير المشبعة unsaturated فيما يتم أيض الجلسرول والقلكتوز ميكروبياً إلى أحماض دهنية قصيرة السلسلة.
- يمكن بناء الأحماض الدهنية طويلة السلسلة من الأحماض الدهنية قصيرة ومتفرعة السلسلة ميكروبياً، كما يمكن تضمينها في الأحياء الدقيقة حيث تكون جزء من الهيكل الخلوي للأحياء الدقيقة في شكل دهون فوسفورية وإستيرويدات.

➤ يجب ألا تتعدى الدهون الطبيعية في غذاء الحيوان المجتر مستوى ٥%.

➤ زيادة مستوى الدهون في الغذاء يمكن أن يؤدي إلى تثبيط نمو الأحياء الدقيقة وبالأخص البكتيريا السليولوزية cellulolytic bacteria. هذا الأثر يزداد بزيادة محتوى الدهون متعددة عدم التشبع في العليقة.

الفيتامينات Vitamins:

➤ تستطيع الأحياء الدقيقة في المعدة المتقدمة بناء فيتامين C وكل فيتامينات المجموعة B وفيتامين K.

➤ بالرغم من ذلك قد تحدث حالات فقر فيتامين B_1 (thiamine) في حالات حماض الكرش وفقر فيتامين B_{12} في حالات فقر الكوبالت cobalt.

مزايا وعيوب التخمير الميكروبي:

المزايا:

- تخمير المواد السكرية المعقدة (السليولوز) وتحويلها إلى أحماض دهنية قصيرة يمكن الحيوان الاستفادة منها.
- بناء البروتينات من المركبات النيتروجينية غير البروتينية.
- بناء فيتامين C ، B-complex ، K.
- إزالة سمية بعض المواد السامة.

العيوب:

- تخمير المواد السكرية سهلة الهضم (النشا) وتحويله إلى أحماض دهنية قصيرة السلسلة يعتبر فاقد طاقة (٤٠%).
- تخمير البروتينات ذات القيمة الغذائية العالية وتحويله إلى بروتينات ميكروبية ذات قيمة غذائية أقل.

مناحي مرضية Pathological aspects:

حمض الكرش Rumen acidosis:

- التغيير السريع للغذاء في اتجاه عليقة غنية بالكاربوهيدرات سهلة التخمير يؤدي إلى إنتاج كميات كبيرة من الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة وحمض اللبن Lactate في الكرش مما يؤدي إلى خفض الأس الهيدروجيني PH دون 5.5.

قلاء الكرّش :Rumen alkalosis

- الخلل في نسبة البروتينات إلى الطاقة في العليقة بالزيادة النسبية في المركبات النيتروجينية يؤدي إلى خفض أخذ أو تثبيت الأمونيا الناتجة من التحلل الميكروبي بواسطة الأحياء الدقيقة لبناء البروتينات الميكروبية.
- الانخفاض النسبي للطاقة في العليقة يؤدي إلى نقص الطاقة و الهياكل الكربونية التي تحتاج لها الميكروبات لبناء البروتين الميكروبي.

➤ قيمة ال PK العالية للأمونيا تؤدي إلى زيادة الأس الهيدروجيني في الكرش >7 وبالتالي تثبيط نشاط الإحياء الدقيقة الأيضي.

➤ بالإضافة إلى ذلك تؤدي الزيادة في الأس الهيدروجيني إلى خفض نسبة تأين الكالسيوم Ca^{+2} والماغنسيوم Mg^{+2} وبالتالي معدل امتصاصها من الكرش.

النفخ Tympani:

➤ بعض النباتات تهيئ الظروف للتخمير الصابوني وبالتالي حدوث النفخ.

➤ التخمر الصابوني يرجع لوجود chloroplast membrane بكميات كبيرة مما يؤدي إلى تكوين فقاعات صابونية تتجمع داخلها غازات التخمر وبالتالي تبقى في المعدة المتقدمة ولا تستطيع مغادرتها عند عملية التجشؤ مما يؤدي إلى انتفاخ الكرش معرضاً الحيوان للخطر.

الامتصاص من المعدة المتقدمة :Absorption

➤ يتم امتصاص Na, Ca, Mg, Cl, K, Phosphate،
الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة، الأمونيا والماء من المعدة
المتقدمة فيما يتم إفراز البيكربونات واليوريا في الكرش.

الخلل في امتصاص الماغنسيوم:

➤ يسبب الخلل في امتصاص Mg^{+2} مرض كزاز الحشائش
الخضراء Grass tetany.

➤ الماغنسيوم يتم امتصاصه بصورة رئيسية من المعدة المتقدمة
لذا فإن أي خلل في امتصاصه من المعدة المتقدمة لا يمكن
تعويضه في الأجزاء الأخرى من القناة الهضمية.

➤ امتصاص Mg^{+2} من المعدة المتقدمة يتأثر بتركيز K^{+} في سائل الكرش. التركيز العالي لأيونات ال K^{+} (الحشائش الخضراء) يؤدي إلى تثبيط امتصاص ال Mg^{+2} .

➤ هذا الأثر يظهر فقط عند قلة الماغنسيوم المتناول (الحشائش الخضراء)، لذا ينصح بإضافة أملاح الماغنسيوم (MgO) للمراعي الخضراء لتلافي ظهور مرض الكزاز Grass Tetany.

منعكس الأخدود الشبكي Reticular groove reflex:

- المجترات حديثة الولادة تتغذى خلال الأسابيع الأولى على اللبن بصورة رئيسية.
- في هذا العمر تكون المعدة المتقدمة صغيرة الحجم ولا تحتوي على أحياء دقيقة، أي انها عديمة الوظيفة.
- هضم البن ولا سيما تخثر الكاسيين casein تحت تأثير إنزيم البروكايموسين Prochymosin (الرينين Rennin) وحمض الهيدروكلوريك يتطلب انسياب اللبن سريعاً إلى المعدة الحقيقية.
- مرور اللبن مباشرة الى المعدة الحقيقية من دون المرور عبر الكرش و الشبكية يتم عبر الأخدود الشبكي.

➤ إثارة منعكس الأخدود الشبكي يؤدي إلى التقلص اللولبي لشفتي أخدود الشبكية واسترخاء الفتحة الشبكية الورقية وقناة الورقية مما يؤدي إلى تكوين أنبوب يصل المرئ بالمعدة الحقيقية وبالتالي انسياب اللبن إلى المعدة الحقيقية دون المرور بالشبكية و الكرش.

➤ أساليب التربية الخاطئة قد يؤدي إلى شلل جزئي أو كلي لهذا المنعكس، وبالتالي إلى إنسياب اللبن إلى الكرش وتخمره مما يسبب سوء هضم مزمن.

➤ عندما يبدأ الحيوان المجتر في تناول الأعلاف الخشنة مما يؤدي إلى تطور المعدة المتقدمة يختفي هذا المنعكس تماماً.

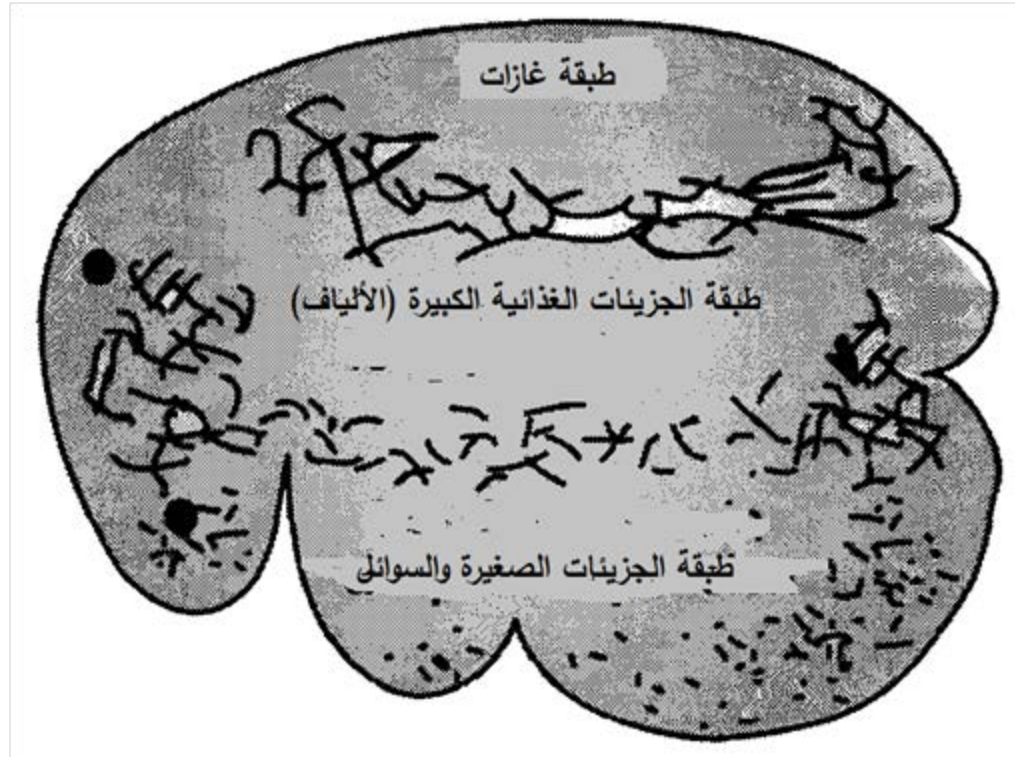
طبقات المأكول ingesta في الكرش والشبكية:

نتيجة لاختلاف الخواص الفيزيائية لمكونات الغذاء (الحجم، النوع، الكثافة) بالإضافة لحركة المعدة المتقدمة فإن محتوى الكرش في الحيوانات السليمة healthy يتكون من ثلاثة طبقات:

➤ طبقة غازات.

➤ طبقة من الجزيئات الغذائية الكبيرة.

➤ طبقة سائلة Rumen see.



طبقات الكتلة الغذائية في الكرش والشبكية

➤ عند تغذية الحيوان تغذية مثالية فإن مكونات الغذاء المتناولة حديثاً تكون كبيرة الحجم وذو كثافة منخفضة وتصل هذه المكونات بعد عمليتي المضغ والبلع إلى الكيس الأمامي للكرش.

➤ نتيجة لحركة الشبكية والكرش فإن هذه المكونات تدفع إلى الكيس الظهري مكونة طبقة من الجزيئات الغذائية الكبيرة.

➤ تتجمع كميات كبيرة من الغازات الناتجة من عملية التخمير الميكروبي مكونة طبقة من الغازات فوق طبقة الجزيئات الغذائية الكبيرة في الكيس الظهري للكرش.

➤ الاجترار والتخمير الميكروبي يؤديان إلى تصغير حجم جزيئات الغذاء وزيادة كثافتها مما يؤدي إلى ترسبها تدريجياً في الكيس البطني للكرش مكونة الطبقة السائلة.

وظائف المعدة Stomach:

- المعدة تعمل على **تخزين الغذاء** كما تبدأ فيها عمليات **هضم الدهون والبروتينات**.
- تقسم المعدة تشريحياً إلى ثلاثة أجزاء: **الغار Fundus** ، **الجسم corpus** ، **البوابة Antrum pyloric** بينما يقسم وظيفياً إلى جزئين:
- المعدة الحافظة والمعدة الضاخة. المعدة الحافظة تتكون من الغار والجسم بينما تشمل المعدة الضاخة الجزء الذي يتم فيه الموجات التمعجية **peristaltic waves** ويتكون من الجزء الخلفي من جسم المعدة والجزء البوابي.

الوظائف الإفرازية للمعدة secretion of the stomach

➤ توجد في المعدة ثلاثة مناطق غددية وهي :

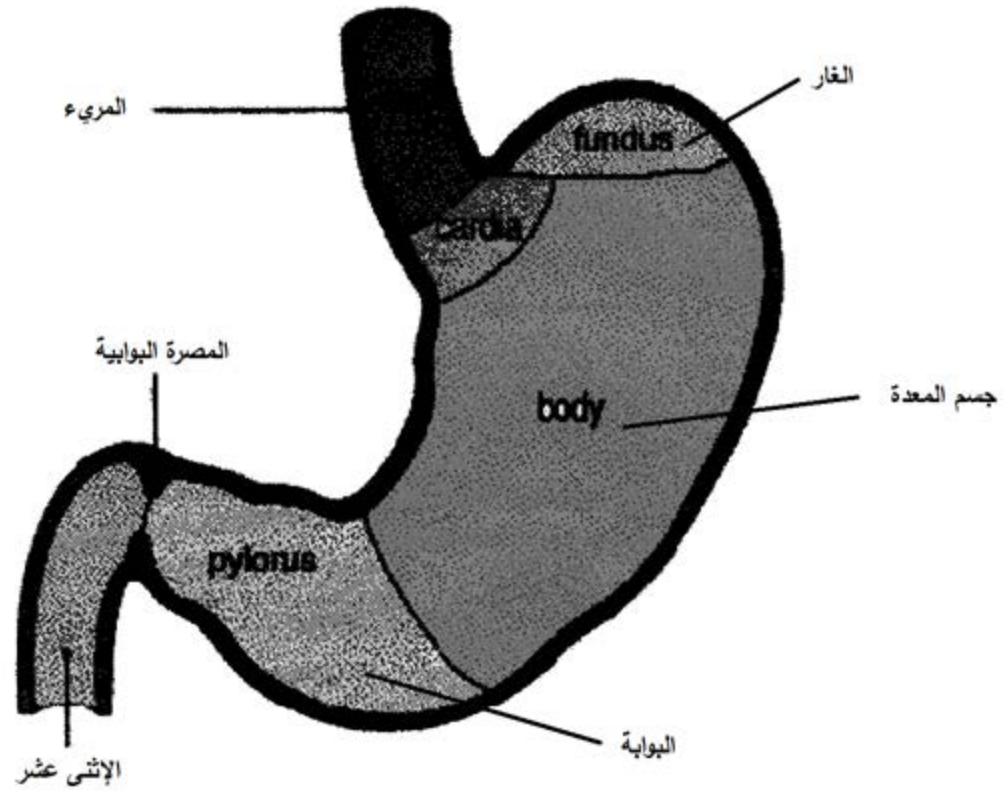
✓ الغدد الفؤادية cardiac glands

✓ الغدد القاعية fundic glands.

✓ الغدد البوابية pyloric glands

➤ الغدد المعدية Gastric glands عبارة عن غدد أنبوبية

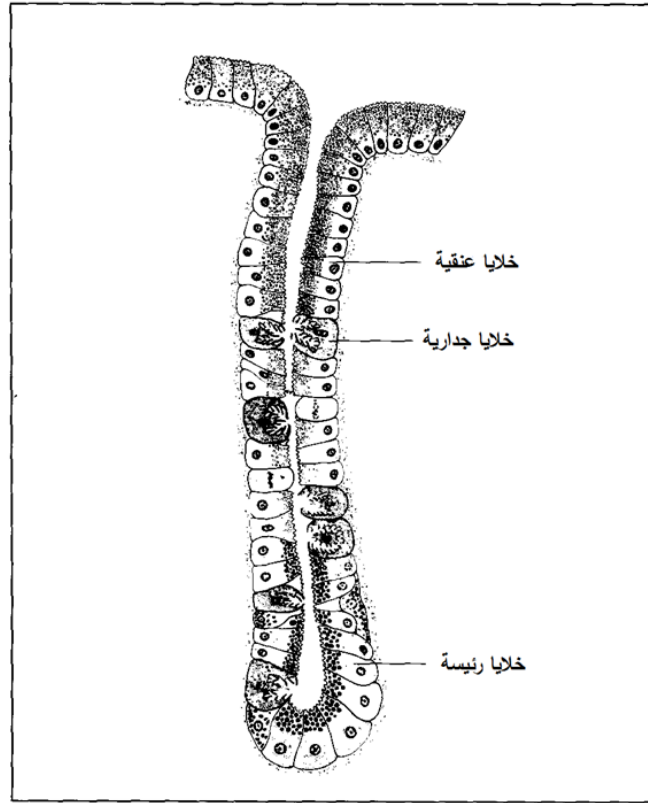
تفتح في وهدات المعدة gastric pits.



التقسيم التشريحي للمعدة

إفرازات الغدد القاعية:

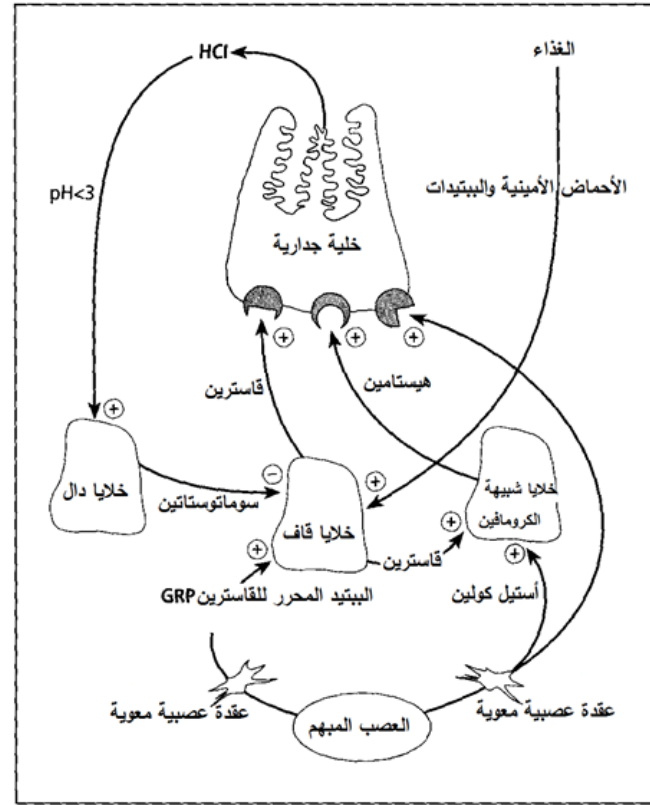
- الغدد القاعية تتكون من **خلايا عنقية** Neck cells، **خلايا جانبية** parietal cells و**خلايا رئيسية** chief cells.
- الخلايا العنقية مثلها مثل الخلايا الظهارية السطحية تفرز المخاط mucus.
- تفرز الخلايا الجانبية حمض الهيدروكلوريك HCl والعامل الداخل Intrinsic factor.
- تفرز الخلايا الرئيسية الإنزيمات والتي توجد داخل هذه الخلايا في صورة حبيبات zymogen granules وبصفة خاصة إنزيم الببسينوجين pepsinogen.



التركيب النسيجي للغدة القاعية

إفراز حمض الهيدروكلوريك HCl:

- الخلايا الجانبية تتميز بعدد هائل من القنيات canaliculi الخلوية والتي تماثل تركيبها من الناحية الفسيولوجية تركيب غشاء الخلية.
- تنشيط الخلايا الجانبية بواسطة (القاسترين، الأستاتيل كولين، الهيستامين) يؤدي إلى إلتحام نهايات القنيات مع الغشاء العلوي للخلية بحيث يكون تجويفها مفتوح على تجويف الغدة مما يزيد من مساحة سطح الغشاء العلوي للخلية وبالتالي من معدل الإفراز secretion .



تنظيم إفراز حمض الهيدروكلوريك
من الخلية الجدارية للغدة القاعية

إفراز الإنزيمات:

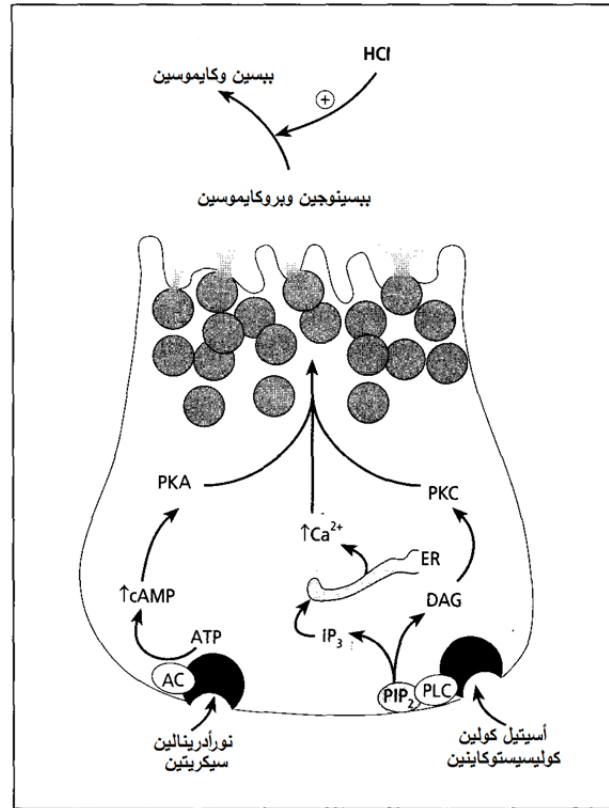
➤ يتم بناء إنزيم الببسينوجين pepsinogen (السليف غير النشط لإنزيم الببسين pepsin) في رايبوسومات Raibosomes الخلايا الرئيسية، بعد ذلك يتم تعبئة الببسينوجين في صورة حبيبات إفرازية Zymogen granules بواسطة جهاز جولجي ومن ثم يتم دفعها إلى الغشاء العلوي للخلية ليتم طرحها بآلية الإلتفاف الخلوي Exocytosis إلى داخل تجويف الغدة.

➤ في الحيوانات الرضيعة تقوم الخلايا الرئيسية بإفراز إنزيم البروكايموسين prochymosine (الرينين) بدلاً عن الببسينوجين.

➤ الببسينوجين والبروكايموسين يتم تنشيطهما إلى إنزيم الببسين pepsin أو الكايموسين بواسطة الأس الهيدروجيني المنخفض (pH=1-4) لإفرازات الغدد القاعدية حيث يتم شطر أجزاء من السلسلة الببتيدية.

➤ الخلايا الرئيسية في الحيوانات وحيدة المعدة تعمل أيضاً على إفراز إنزيم اللايباز المعدي Gastric Lipase في صورته النشطة.

➤ أما في المجترات فإن الخلايا الرئيسية تفرز إنزيم اللايسوزايم Lysozyme والذي يساهم في هضم بكتيريا الكرش.



تنظيم إفراز الإنزيمات من
الخلية الرئيسية للغدة القاعدية

إفراز الغدد الفؤادية والبوابية:

- خلايا الغدد الفؤادية والبوابية تماثل الخلايا العنقية Neck cells في الغدد القاعية وتعمل على إفراز المخاط mucus، والذي يتكون من جزيئات كبيرة من البروتين النشوي Glycoprotein يعرف باسم المخاطين mucine.
- خلايا الغدد الفؤادية والبوابية تفرز أيضاً أيونات البيكربونات HCO_3^- .

➤ أيونات البيكربونات تساعد في وجود أس هيدروجيني متعادل Neutral pH على سطح الخلايا الطلائية بالرغم من الأس الهيدروجيني الحمضي لمحتويات المعدة (pH=1-4).

➤ يتم الحفاظ على الأس الهيدروجيني المتعادل في هذه البيئة الدقيقة Microclimate بواسطة الطبقة الدقيقة من المخاط (0,5-1mm) والتي تغطي الغشاء الطلائي للمعدة.

وظائف إفرازات الغدد المعدية:

حمض الهيدروكلوريك HCl:

- الأس الهيدروجيني المنخفض لمحتوى المعدة (١-٤) نتيجة لإفراز حمض HCl يؤدي إلى قتل كميات كبيرة من الأحياء الدقيقة التي يتم تناولها مع الغذاء، وتلك التي تنساب مع محتويات الكرش إلى المنفخة Abomasums (المعدة الحقيقية) نتيجة للأس الهيدروجيني المنخفض (pH=1-4).
- حمض HCl يعمل على تنشيط الببسينوجين pepsinogen والبروكايموسين prochymosine وتحويلها إلى ببسين pepsin وكايموسين chymosin على التوالي.

الببسين pepsin:

- إنزيم pepsin يعمل ك Endopeptidase (ببتيداز داخلي) ويتراوح الأس الهيدروجيني الأمثل لنشاطه ١-٣.
- يشطر هذا الإنزيم الروابط الببتيدية الداخلية في بروتينات الغذاء ويحولها إلى ببتيدات peptides وأحماض أمينية.

الكايوسين chymosine:

- إنزيم الكايوسين يعمل على شطر رابطة ببتيدية خاصة في كاسيين الحليب casein مما يؤدي إلى تخثر الجزء الكاره للماء في وحدة casein مع بقية مكونات casein الأخرى.
- الخلل في تخثر casein في المعدة قد يؤدي إلى حالات إسهال.

اللايسوزايم Lysozyme:

➤ يتم إفراز هذا الإنزيم في منفخة الحيوانات المجترة حيث يعمل على هضم كاربوهيدرات جدر خلايا بكتريا الكرش (Mureine).

اللايبز المعدي Gastric lipase:

➤ الأس الهيدروجيني الملائم لعمل هذا الإنزيم يتراوح بين ٣-٧. يعمل هذا الإنزيم على حلمة الجلسريدات الثلاثية Triglycerides في الوسط الحمضي للمعدة إلى جلسريدات ثنائية وأحماض دهنية.

العامل الداخل **Intrinsic factor**:

- العامل الداخل عبارة عن Glycoprotein يلعب دوراً مهماً في امتصاص فيتامين B_{12} من اللفائفي.
- إزالة جزء من المعدة تؤدي إلى الإخلال بعملية امتصاص فيتامين B_{12} وبالتالي فقر دم وبالي pernicious anemia .

٧/ المخاط **mucus**:

- الطبقة المخاطية التي تغطي المعدة من الداخل (0.5- 1mm) تحمي الأغشية المخاطية من الصدمات الميكانيكية ومن فعل حمض HCl. إفراز البيكربونات من نفس الخلايا التي تفرز المخاط تؤمن أس هيدروجيني متعادل تحت الطبقة المخاطية.

وظائف الأمعاء الدقيقة والغدد المرافقة:

حركة الأمعاء **Intestinal motility**:

النشاط الكهربى **Electrical activity**:

➤ تتميز الخلايا العضلية الملساء للقناة الهضمية بوجود موجات كهربية تنتشر من خلية إلى أخرى عبر الوصلات المحكمة الخلوية gap junction في اتجاه الأمعاء الغليظة.

➤ منشأ هذه الموجات الكهربائية pace maker هي خلايا كاجال Cajal والتي تكون شبكة من الخلايا البينية بين العضلات الحلقية والعضلات الطولانية.

➤ الموجات الكهربائية تتميز بتردد frequency عالي في الجزء الأمامى مقارنة بالجزء الخلفى من الأمعاء مما يفسر ببطء دفع الكيموس في الجزء الخلفى من الأمعاء.

هنالك عدة أنواع من تقلصات الأمعاء أو حركتها وتتمثل في:

➤ موجات تمعجية **peristaltic waves**:

✓ عبارة عن تقلصات حلقية تتحرك في اتجاه الخلف، حيث تتقلص العضلات الحلقية فيما تسترخي العضلات العضلات الطولانية خلف الكيموس وفي نفس الوقت تسترخي العضلات العضلية الحلقية فيما تتقلص العضلات الطولانية أمام الكيموس.

✓ يخدم هذا النوع من التقلصات دفع الكيموس عبر الأمعاء ويكون تحت تحكم المنعكسات العصبية المعوية.

➤ تقلصات تقطعية segmentation contraction:

- ✓ تعتبر الحركة السائدة وهى عبارة عن تقلصات تحدث في مساحة محدودة وبطريقة منعزلة، حيث يتم عزل جزء من تجويف الأمعاء وتحريك الكيموس في الاتجاهين وتقسيم محتوى الأمعاء لفترة قصيرة إلى قطع منفردة.
- ✓ وظيفة هذا النوع من التقلص هو خلط محتويات الأمعاء.

الوظائف الإفرازية :Intestinal secretions

➤ يهتم هذا الجزء بالوظائف الإفرازية للأمعاء الدقيقة، البنكرياس pancreas والحوصلة الصفراوية Gallbladder.

إفرازات الأمعاء الدقيقة Secretion of small intestine:

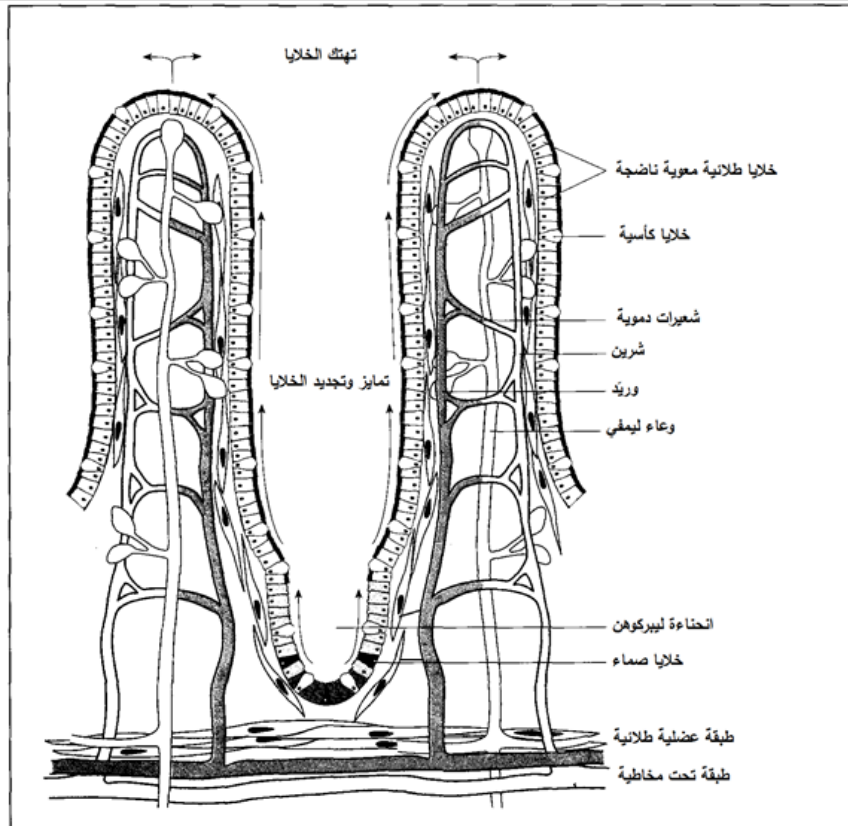
➤ إفراز المعى الدقيق يتكون من:

✓ المخاط Mucus والبيكربونات (غدد برونر Brunner's).

✓ البيكربونات (الخلايا الظهارية للعفج).

✓ المخاط (الخلايا الكأسية Goblet التي توجد بين الخلايا الظهارية العادية).

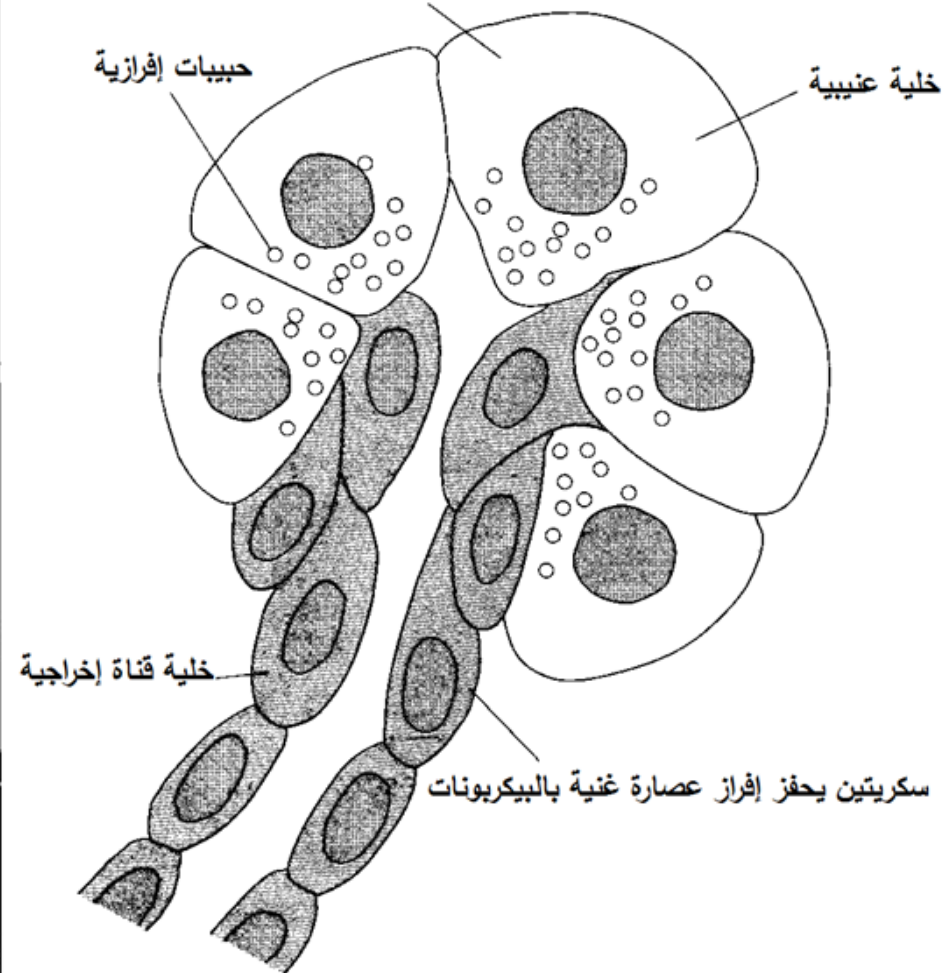
✓ أيونات الكلور (الغدد المعوية Crypts of LieberKuhn).



البنكرياس (المعثةلة) :Pancreas

- البنكرياس غدة تتميز بالإفراز الخارجي والداخلي.
- البنكرياس خارجي الإفراز Exocrine عبارة عن غدة أنبوبية ذات نهايات عنيبية Acini ومنظومة قنوات إخراجية معقدة ذات خلايا ظهارية مكعبة cuboidal.
- إفراز غدة البنكرياس ينساب خلال قناة البنكرياس pancreatic duct ليخرج في العفج.
- خلايا النهايات العنيبية Acini تتميز بمظهر الخلايا المصنعة والمفرزة للبروتينات (شبكة إندوبلازمية خشنة Rough endoplasmic reticulum، جسم جولجي كبير، كميات كبيرة من الحبيبات الإفرازية secretory granules) وتعمل على إفراز الأنزيمات الهضمية.

استيل كولين وسيستوكاينين تحفزان إفراز
عصارة غنية بالإنزيمات الهضمية والكلور



➤ خلايا القنوات الإخراجية تتميز بشبكة إندوبلازمية بسيطة ولا تحتوي على حبيبات إفرازية وتتخصص في إفراز محلول كهارل غني بالبيكربونات.

➤ إفراز الكهارل والماء:

✓ إفراز الكهارل والماء يتم في خلايا القنوات الجامعة.

✓ إفراز خلايا القنوات الجامعة غني بالبيكربونات وبالتالي يكون قلويًا.

✓ يتبع إفراز البيكربونات الانتشار السلبي لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم بين الخلايا Para cellular إلى تجويف القنوات الجامعة وينتج عن ذلك إفراز الماء أسموزيًا.

➤ إفراز الإنزيمات الهاضمة secretion of digestive enzymes

الخلايا العنابية للبنكرياس تفرز الإنزيمات الهضمية التالية في صورتها غير النشطة وذلك عن طريق آلية الالتفاف الخلوية
:Exocytosis

✓ الببتيدازات غير النشطة Inactive peptidases وتشمل
الترسينوجين Trypsinogen، الكايموترسينوجين
Chymotrypsinogen، سليف الإلاستيز
proelastase، سليف الكاربوكسي ببتيديز أ و ب
procarboxy peptidase A & B .

✓ النيوكليزات النشطة Active nucleases وتشمل
Ribonuclease و Deoxyribonuclease.

✓ الأميليز النشط Active α -Amylase .

✓ اللايبيزات Lipases وتشمل اللايبيز النشط active
lipase، وسليف الكولايبيز procolipase غير النشط
وإستريز الكولسترول النشط active
cholesterol esterase.

- يلاحظ أن الخلايا العنكبونية في المجترات مصممة وراثياً لتفرز كميات كبيرة من Nucleases مقارنة بالفصائل الحيوانية الأخرى وهذا مرده الكميات الكبيرة من الأحماض النووية التي تصل مع بكتريا الكرش للعفج والتي يجب أن تهضم.
- العصارة البنكرياسية في المجترات تتميز أيضاً بمستوى منخفض نسبياً من إنزيم α -Amylase وذلك لأن النشويات يتم تخميرها ميكروبياً في الكرش.
- يتم تنشيط إنزيمات العصارة البنكرياسية غير النشطة في الأمعاء الدقيقة وذلك بواسطة إنزيم Enteropeptidase (Enterokinase) المرتبط بالحافة الفرشائية.

➤ ينشط إنزيم Trypsin ما تبقى من إنزيم التربسينوجين (تنشيط ذاتي) كما يعمل على تنشيط كل إنزيمات العصارة البنكرياسية الغير النشطة.

➤ يفرز البنكرياس أيضاً مثبط التربسين Trypsin inhibitor والذي يثبط من تنشيط إنزيم التربسينوجين Trypsinogen في البنكرياس لحماية خلايا البنكرياس من الهضم الذاتي .Auto digestion

➤ انخفاض الأس الهيدروجيني pH لمحتويات الجزء الأمامي من الأمعاء الدقيقة يؤدي إلى تحفيز إفراز هرمون السكريتين secretin من خلايا صم (S- cells) في الغشاء المخاطي للأمعاء الدقيقة والذي بدوره يحفز إفراز عصارة غنية بالبيكربونات من خلايا القنوات الإخراجية للبنكرياس.

➤ إفراز الخلايا العنابية Acini الغني بالإنزيمات وكلوريد الصوديوم يتم تحفيزه بواسطة الهرمون المعوي cholecystikin (CCK) والذي يفرز من خلايا الصم في غشاء الأمعاء الدقيقة.

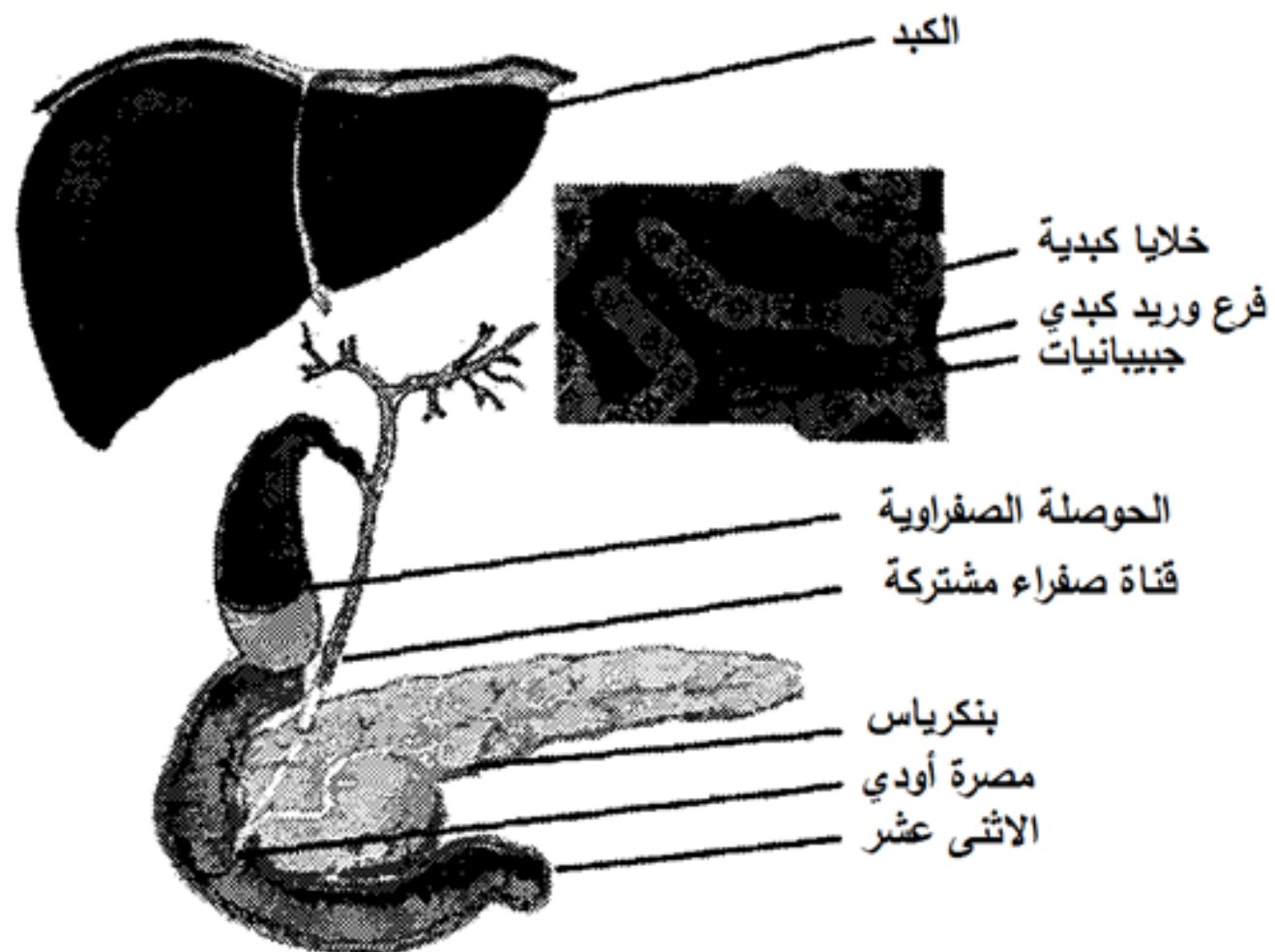
:Gallbladder function وظائف الحوصلة الصفراوية

➤ بناء العصارة الصفراوية Bile يتم في خلايا الكبد Hepatocytes وخلايا ظهارة قنوات الصفراء الكبدية epithelial cells of hepatic bile ducts.

➤ تخزين العصارة الصفراوية في الحوصلة الصفراوية Gallbladder والتي تعمل على تركيز العصارة الصفراوية وذلك بامتصاص الماء والكهارل من العصارة الصفراوية.

➤ تركيز المحتوى العضوي للعصارة الصفراوية (الأحماض الصفراوية المقترنة، أصباغ الصفراء، الشحميات الفسفورية، الكولسترول) يتم عن طريق امتصاص الماء في الحوصلة الصفراوية والذي يتبع امتصاص الصوديوم والكلور نتيجة للمدروج الأسموزي.

➤ العصارة الصفراوية المنتجة في الكبد تصل مباشرة إلى مقدمة الأمعاء الدقيقة عبر القناة الصفراوية Ductus choledochus في الفصائل التي ليس لديها حوصلة صفراوية (الخيول، الجمال، الفئران، الحمام) .



ملاً وإفشاء الحوصلة الصفراوية Filling and :Emptying of Gallbladder

- وجود نواتج هضم الدهون والبروتينات في الأمعاء الدقيقة تحفز إفراز الهرمون Cholecystokinin (CCK).
- هرمون الكلوليسيتوكينين CCK يؤدي إلى تقلص العضلات الملساء في جدار الحوصلة الصفراوية واسترخاء عضلات المصرة Oddi sphincter، وبالتالي إفشاء الصفراء المخزنة في الحوصلة لتنساب إلى العفج لدعم هضم وإمتصاص الدهون.

هضم وامتصاص الكربوهيدرات:

- أهم كربوهيدرات الغذاء التي يتم هضمها في الأمعاء الدقيقة بواسطة إنزيم الأميليز α -Amylase (البنكرياس) بالإضافة للإنزيمات المرتبطة بالحافة الفرشائية brush boarder للأمعاء الدقيقة (Di-& oligosaccharidase) هي النشويات النباتية والحيوانية، السكروز sucrose واللاكتوز lactose.
- الكربوهيدرات المعقدة مثل السليلوز والهيميسليلوز والبكتين والتي تكون جدر الخلايا النباتية لا يمكن هضمها بالإنزيمات سالفة الذكر، إنما يمكن تخميرها في الأمعاء الغليظة أو المعدة المتقدمة للمجترات بواسطة الإنزيمات الميكروبية إلى أحماض دهنية قصيرة السلسلة.

هضم النشا :Starch digestion

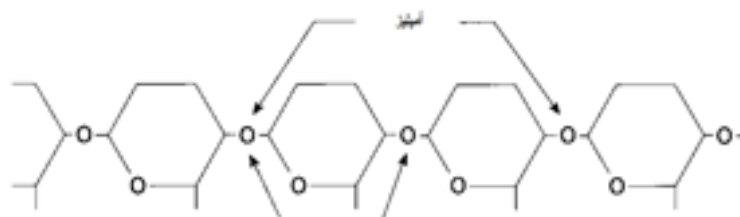
- النشا يتكون من وحدات الجلوكوز Glucose التي ترتبط ببعضها البعض بواسطة روابط جلايكوسيدية Glycosidic bond من النوع ٤،١ ألفا و ٦،١ ألفا.
- معاملة المواد الغذائية التي تحتوي على نشويات ميكانيكياً (طحن) أو حرارياً (غلي) تزيد من كفاءة هضم النشويات وذلك لأن هذه المعاملة تؤدي إلى كسر التركيبة الداخلية للحبيبات النشوية starch corn مما يسهل عمل إنزيم ألفا أميليز عصارة البنكرياس واللعاب على الجزيئات النشوية.

➤ المكان الرئيسي لهضم الكربوهيدرات هو الثلث الأول من الأمعاء الدقيقة، لأن نشاط إنزيم ألفا أميليز العصارة البنكرياسية وإنزيمات هضم النشا المرتبطة بالحافة الفرشائية (الجلوكو أميليز Glucoamylase، ألفا دكسترينيز α -Dextrinase، المالتيز Maltase) عالية جداً في هذا الجزء من الأمعاء .

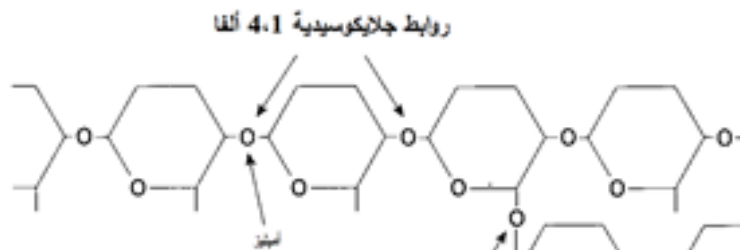
➤ يعمل إنزيم الأميليز على حلمة النشا عند الرابطة الجلايكوسيدية ٤،١ ألفا ويحولها إلى مالتوز Maltose، مالتوتريوز Maltotriose وألفا دكسترين α -Dextrine .

➤ ألفا دكسترين عبارة عن عديد سكريد متفرع oligosaccharide يحتوي على رابطة جلايكوسيدية ٦،١ ألفا على الأقل و عدة روابط جلايكوسيدية ٤،١ ألفا لم يتم حلمتها بواسطة إنزيم الأميليز لقربها من تفرع السلسلة النشوية عند الرابطة الجلايكوسيدية ٦،١ ألفا .

أميلوز (20-30% من النشا)

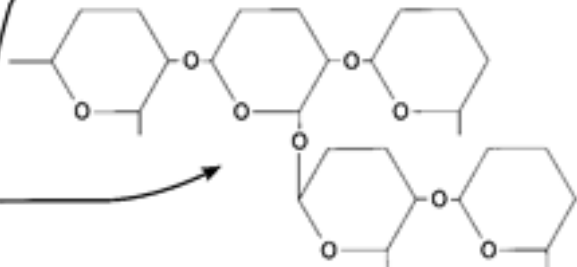
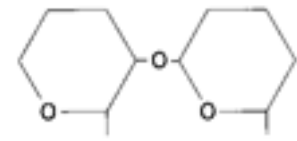
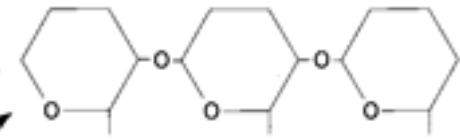


أميلوبكتين (70-80% من النشا)



رابط جلايكوسيدية 6.1 ألفا

ألفا أميلوز



➤ المالتوز، المالتوتريوز والألفا دكسترين يتم حلمتها بواسطة الإنزيمات المرتبطة بالحافة الفرشائية (المالتيز، الجلوكو أميليز، ألفا دكسترينيز) إلى جلوكوز.

➤ جلوكو أميليز ومالتيز تعملان على شطر الجلوكوز من القطع النشوية عن طريق حلمة الرابطة الجلايكوسيدية ٤،١ ألفا.

➤ إنزيم جلوكوز أميليز يعمل على القطع النشوية الكبيرة، بينما يعمل إنزيم المالتيز على المالتوز والمالتوتريوز.

➤ إنزيم ألفا دكسترينيز يعمل على حلمة الروابط الجلايكوسيدية ٦،١ ألفا في الألفا دكسترين ويحولها إلى قطع نشوية غير متفرعة يتم حلمتها بواسطة إنزيم جلوكو أميليز ومالتيز إلى جلوكوز.

هضم اللاكتوز Lactose والسكروز sucrose:

- اللاكتوز (سكر اللبن) يتكون من جلوكوز وجلاكتوز مرتبطين برابطة جلايكوسيدية ١،٤ بيتا. ويتم حلمة اللاكتوز بواسطة إنزيم اللاكتيز Lactase المرتبط بغشاء الحافة الفرشائية إلى جلوكوز وجلاكتوز.
- السكر (سكر القصب، سكر البنجر) يتكون من جلوكوز وفركتوز مرتبطين برابطة جلايكوسيدية ١،٢ ألفا. ويتم حلمة السكر بواسطة إنزيم السكريز sucrose المرتبط بالحافة الفرشائية للأمعاء الدقيقة إلى جلوكوز و فركتوز.

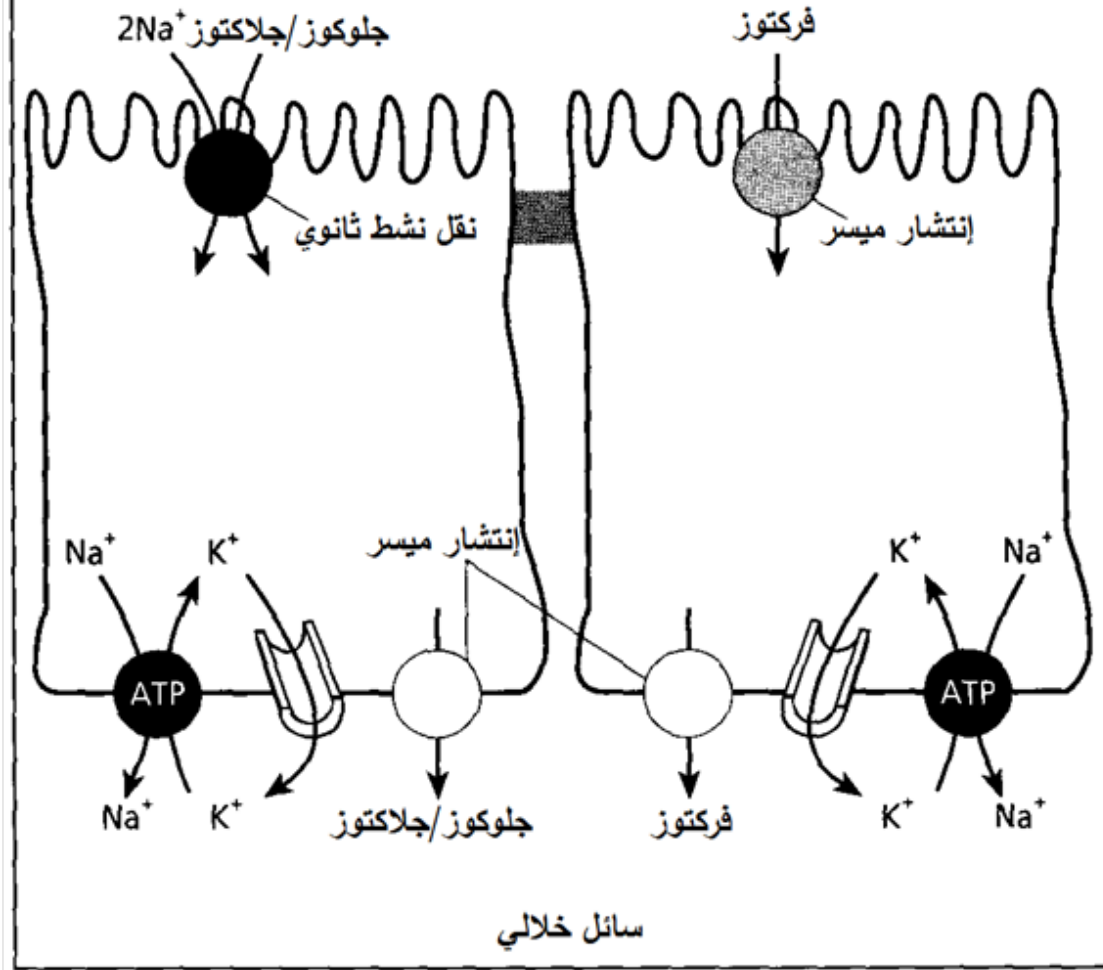
امتصاص السكريات الأحادية :Monosaccharide

- السكريات الأحادية (الجلوكوز، الجالاكتوز، الفركتوز) والتي تنتج من هضم النشا، اللاكتوز والسكر يتم امتصاصها من تجويف الأمعاء الدقيقة عبر الخلايا الطلائية.
- يتم أخذ هذه السكريات الأحادية إلى داخل الخلايا الطلائية عبر الغشاء العلوي فيما يتم طرحها إلى خارج الخلايا عبر الغشاء القاعدي الجانبي لتصل إلى الشعيرات الدموية ومنها عبر الوريد البابي إلى الكبد.
- يتم هدم الجلوكوز والفركتوز في حدود ضيقة أثناء عملية الامتصاص داخل الخلايا الطلائية إلى حمض لبن (lactic acid) والتي تظهر أيضاً في دم الوريد البابي.

➤ أمتصاص الجلوكوز والجلالكتوز يتم بواسطة نقل نشط ثانوي secondary active transport (مع أيون الصوديوم) ضد المدروج الكيميائي .

➤ أمتصاص الفركتوز من تجويف الأمعاء يتم بواسطة حامل خاص في اتجاه المدروج الكيميائي (نقل ميسر (Facilitated diffusion).

تجويف الامعاء



هضم وامتصاص البروتينات:

- يبدأ هضم البروتينات في المعدة فيما يتم هضمها بصورة رئيسية في الأمعاء الدقيقة.
- نواتج هضم البروتينات هي الببتيدات قصيرة السلسلة (ببتيد ثنائي Dipeptide وببتيد ثلاثي Tripeptide) والأحماض الأمينية amino acids والتي يتم امتصاصها من الأمعاء الدقيقة بآلية نقل نشط ثانوي secondary active.
- امتصاص الببتيدات لها المغذى الأكبر من الناحية الكمية مقارنة بامتصاص الأحماض الأمينية.

الببتيدازات الداخلية :Endopeptidases

- تعمل على شطر الروابط الببتيدية peptide bonds الداخلية في منتصف المركب البروتيني.
- تشمل إنزيم الببسين والذي يفرز في صورته غير النشطة pepsinogen من الخلايا الرئيسة للغدد القاعدية في المعدة. بالإضافة لإنزيم التربسين، الكايموتريبسين والإلاستيز Elastase والتي تصل إلى العفج مع العصارة البنكرياسية في صورتها غير النشطة (تربسينوجين، كايموتريبسينوجين، سليف الإلاستيز).

الببتيدازات الخارجية :Expopeptidases

- تعمل على شطر الروابط الببتيدية الطرفية للمركب البروتيني.
- عندما يكون الحمض الأميني الطرفي ذو مجموعة كربوكسيلية COOH حرة فإن الببتيداز الخارجي يسمى **carboxypeptidas**، فيما يسمى **Aminopeptidase** عندما يكون الحمض الطرفي ذو مجموعة أمينية NH_2 حرة.
- يصل إنزيم **Carboxy peptidase A&B** (ببتيداز خارجي) إلى العفج مع العصارة البنكرياسية في صورته غير النشطة (سليف الكابوكسي ببتيداز أ و ب).

➤ يتم تنشيط ببتايدازات البنكرياس pancreatic peptidases في الأمعاء الدقيقة بواسطة إنزيم Enteropeptidase المرتبط بغشاء الحافة الفرشائية للنسيج الطلائي للأمعاء الدقيقة (الذي يحول التربسينوجين إلى تربسين نشط).

➤ إنزيم التربسين النشط أيضا يعمل على تنشيط إنزيم التربسينوجين ذاتياً، كما ينشط كل من الكايموتربسينوجين وسليف الإلاستيز وذلك بشرط ببتيد من الإنزيم غير النشط.

➤ بالإضافة لببتيدازات المعدة والبنكرياس سالفة الذكر توجد مجموعة من الببتيدازات **peptidases** المرتبطة بغشاء الحافة الفرشائية للنسيج الطلائي للأمعاء الدقيقة

Aminopeptidase, Dipeptidyle, Y-Glutamyle)
(transpeptidases, carboxypeptidase والتي تساهم في هضم البروتينات.

➤ هضم بروتينات الغذاء يبدأ في المعدة حيث يؤدي الوسط الحمضي إلى تخريب تركيبة البروتين (يفقد البروتين تركيبة الثنائي والثلاثي) ويهيئ البيئة الملائمة لعمل إنزيم **pepsin**.

➤ إنزيم الببسين يحول البروتينات إلى ببتيدات وأحماض أمينية، مما يدل على أن إنزيم الببسين يؤدي في إطار محدود أيضاً إلى شطر الأحماض الأمينية الطرفية في مركب البروتين.

- عمل إنزيم pepsin يستمر حتى المنطقة الأمامية من العفج قبل اقتران القناة البنكرياسية وذلك لأن محتويات الأمعاء في هذه المنطقة لها أس هيدروجيني حمضي التفاعل.
- لا يلعب إنزيم pepsin من الناحية الكمية دوراً حيوياً في هضم البروتينات، حيث لوحظ أن عدم إفراز إنزيم الببسين (استئصال المعدة Gastrectomy) لا يؤدي إلى انخفاض كبير في هضم البروتينات في القناة الهضمية.
- غالباً ما يكون للبيتيدازات الداخلية للبنكرياس المقدرة على تعويض compensation فقد إنزيم الببسين .

- الببتيدازات الداخلية والخارجية والتي تصل إلى الأمعاء الدقيقة مع عصارة البنكرياس تعمل بعد تنشيطها على حلمهة بروتينات الغذاء إلى عديد ببتيديات Oligopeptides ٧) أحماض أمينية علي الأكثر) وأحماض أمينية.
- ببتيديازات غشاء الحافة الفرشائية تعمل على حلمهة عديد الببتيديات وتحويله إلى ببتيدي ثلاثي، ببتيدي ثنائي وأحماض أمينية .
- نواتج هضم بروتينات الغذاء الأخيرة هذه يمكن امتصاصها من الأمعاء الدقيقة.
- تمثل الببتيديات الثنائية Dipeptides والثلاثية Tripeptides ضعف كمية الأحماض الأمينية Amino acids الحرة .

امتصاص الأحماض الأمينية:

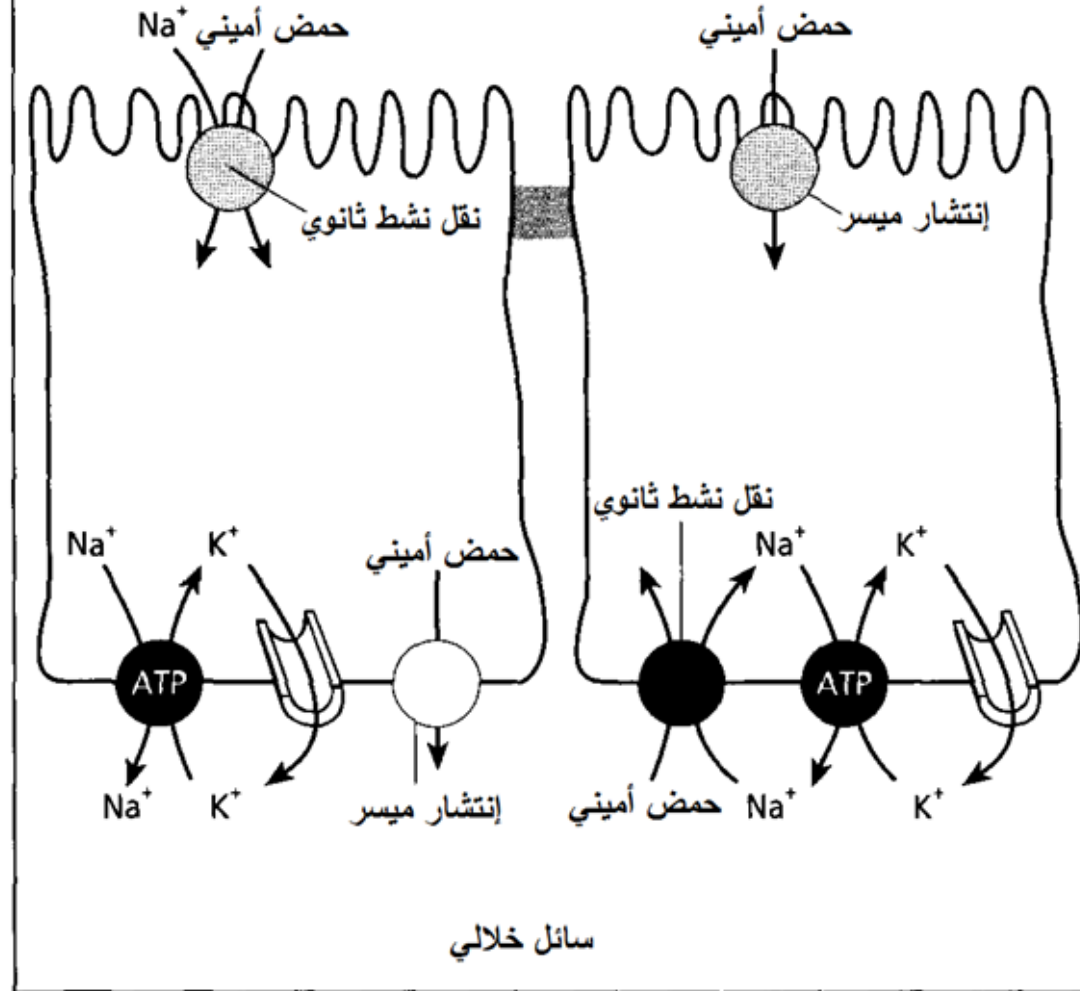
➤ امتصاص الأحماض الأمينية يتم بواسطة آلية نقل مشترك مع الصوديوم عبر غشاء الحافة الفرشائية.

امتصاص الببتيدات الثنائية و الثلاثية:

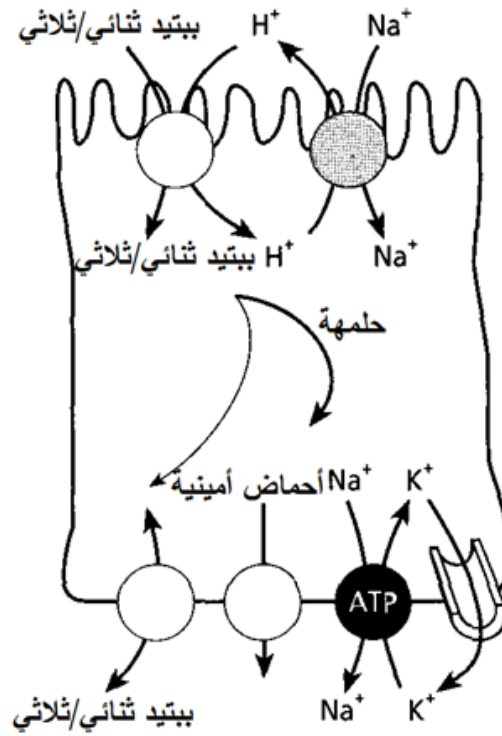
➤ نقل الببتيدات الثنائية والثلاثية عبر غشاء الحافة الفرشائية يتم بآلية نقل مشترك مع أيون الهايدروجين.

➤ الإنزيمات الساييتوبلازمية داخل الخلايا الطلائية (الببتيداز الثنائي، الببتيداز الثلاثي) تعمل على حلمة الببتيدات الثنائية والثلاثية وتحولها إلى أحماض أمينية يتم طرحها إلى خارج الخلية الطلائية عبر الغشاء القاعدي الجانبي إلى السائل الخلالي بواسطة الانتشار الميسر .

تجوير الامعاء



تجويف الامعاء



سائل خلالي

امتصاص البروتينات في الحيوانات حديثة الولادة:

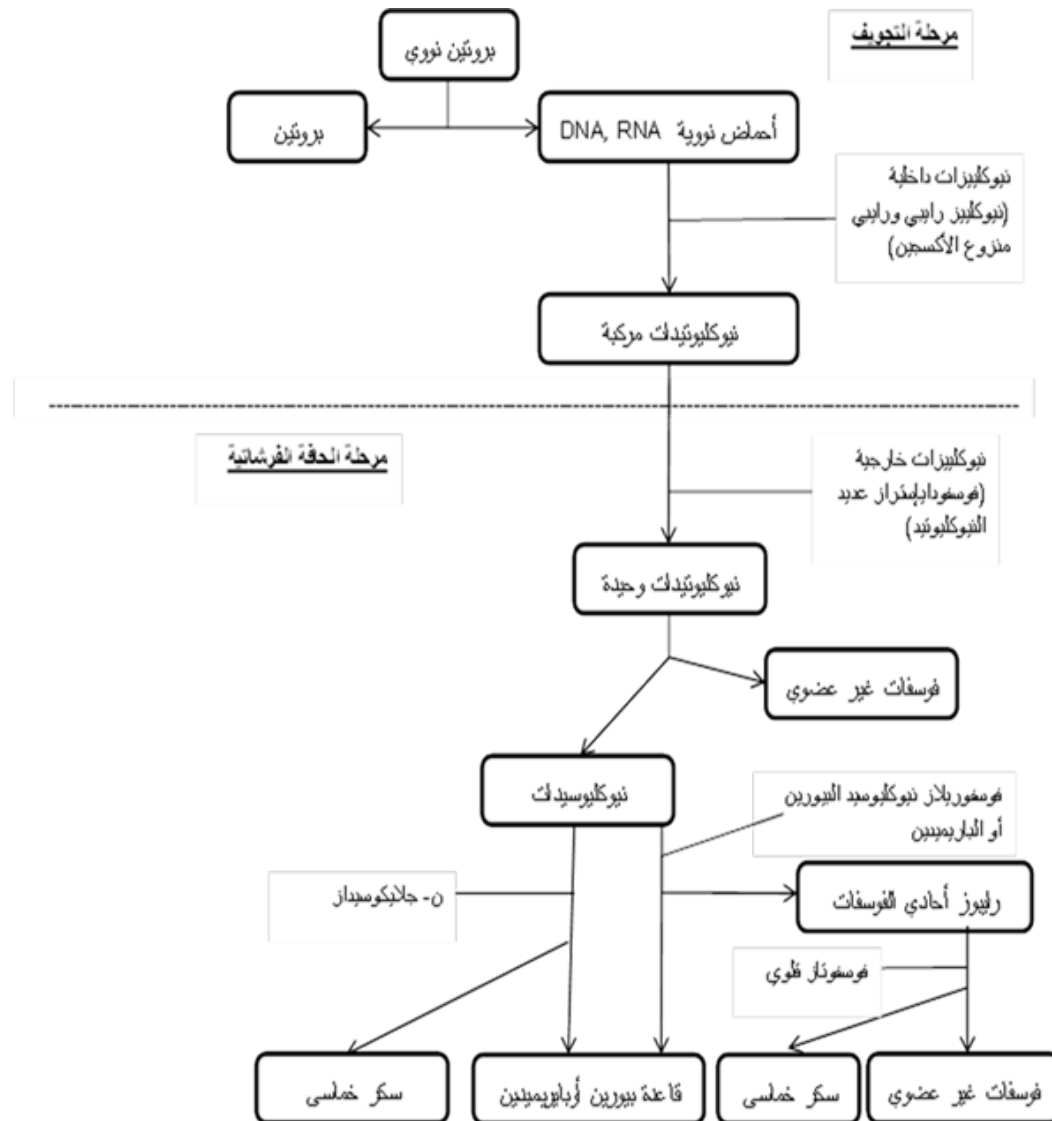
- الحيوانات الرضعية تستطيع بناء الأجسام المضادة Immunoglobulins في حدود ضيقة جداً لأن جهازها المناعي لم يتطور بعد.
- لذلك فإنها تعتمد على الأجسام المضادة المنتجة من الأم، حيث تنقل الأجسام المضادة من الأم إلى الجنين أو الحيوان الرضيع عبر المشيمة placenta أو اللبا colostrum (المجترات).
- امتصاص الغلوبولينات المناعية والبروتينات الأخرى من الأمعاء الدقيقة للحيوانات حديثة الولادة يتم بواسطة التشرّب الخلوي Endocytosis عبر غشاء الحافة الفرشائية والإلتفاف الخلوي Exocytosis عبر الغشاء القاعدي الجانبي للخلايا الظهارية.

➤ وجود مثبط التربسين Trypsin inhibitor في اللبأ، بالإضافة إلى معدل الإفراز المنخفض للحامض والببسينوجين في معدة الحيوانات حديثة الولادة تؤمن الهضم المحدود للغلوبولينات المناعية في السبيل المعدي المعوي في الأيام الأولى بعد الولادة.

➤ الآلية التي تتحكم في إنهاء امتصاص البروتينات خلال يوم أو يومين بعد الولادة لم تعرف حتى الآن. وربما يكون ذلك نتيجة لتجديد الخلايا الطلائية واستبدالها بخلايا ليست لها المقدرة على امتصاص البروتينات خلال هذه الفترة.

هضم البروتينات النووية والأحماض النووية:

➤ الأحماض النووية الحرة (DNA, RNA) المتناولة مع الأغذية النباتية والحيوانية يتم هضمها في السبيل المعدي المعوي بواسطة بواحدة النيوكليزات الداخلية في العصارة البنكرياسية، والنيوكليزات الخارجية وفوسفوريلاز نيوكليوسيد Nucleoside phosphorylase غشاء الحافة الفرشائية وتحويلها إلى قاعدة بيورين وبايريميدين وسكر بنتوز وفوسفات غير عضوي.



امتصاص نواتج هضم الأحماض النووية:

➤ قواعد بيورين purine وباريميدين Pyrimidine (Uracil, Guanine) يتم نقلها عبر غشاء الحافة الفرشائية للأمعاء الدقيقة بواسطة نقل مشترك مع الصوديوم .

➤ يتم أيض قاعدة بيورين داخل الخلية الطلائية

Purine base → xanthine → uric acid

➤ تغادر قاعدة بايريميدين pyrimidine base الخلايا الطلائية دون تغيرات أيضية.

هضم وامتصاص الدهون:

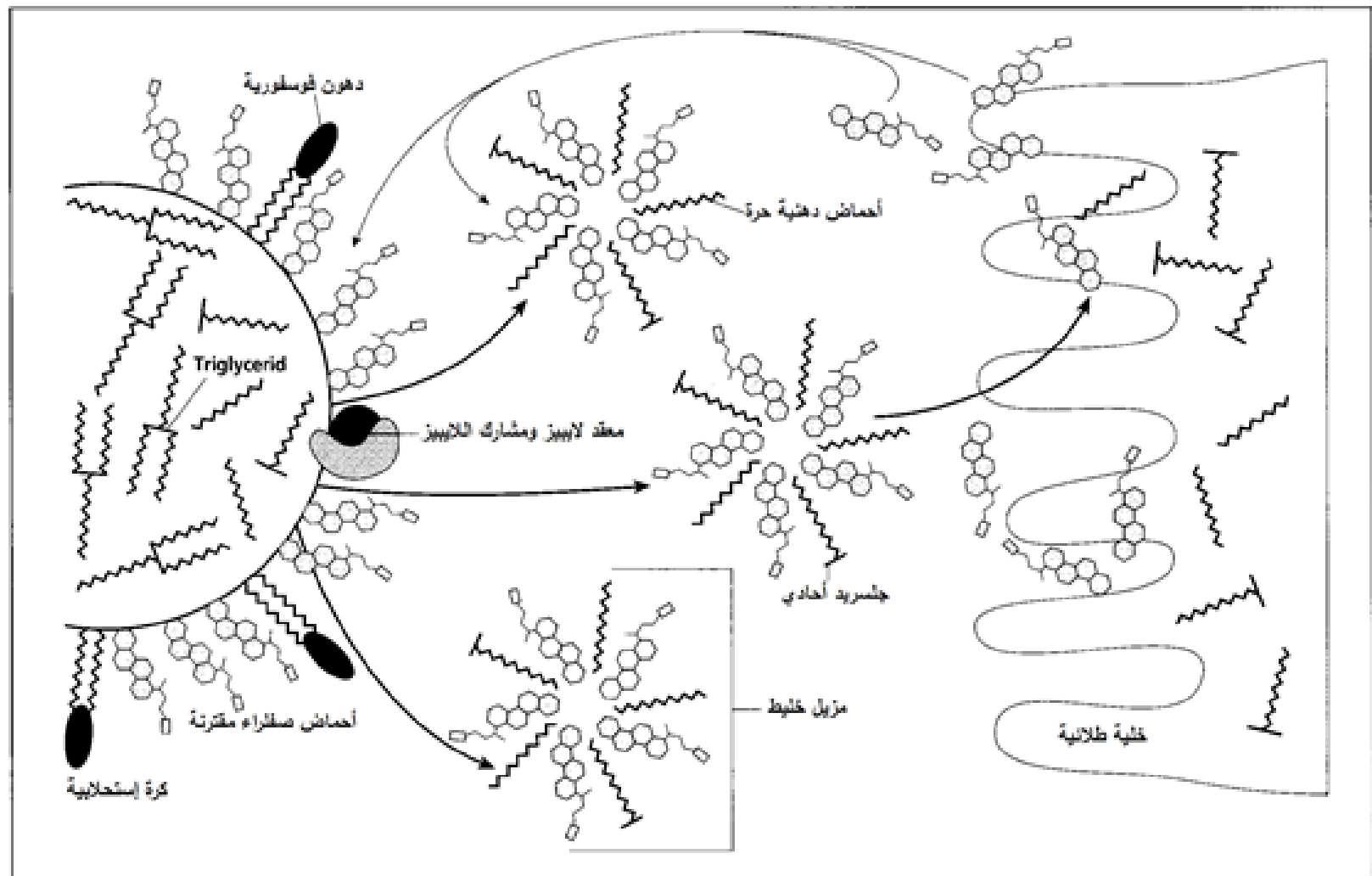
➤ أهم مكونات الدهون في الغذاء هي الجلسريدات الثلاثية Triglycerides والشحميات الفسفورية (أغلبها في صورة ليسيثين lecithin) والكولسترول. وتمثل الجلسريدات الثلاثية الجزء الغالب.

هضم الجلسريدات الثلاثية:

➤ يبدأ هضم الجلسريدات الثلاثية في المعدة بواسطة إنزيم اللايباز المعدي أو اللعابي (الأس الهيدروجيني الملائم ٣-٧) والذي يعمل على حلمة الجلسريدات الثلاثية وتحويلها إلى جلسريدات ثنائية وأحماض دهنية.

➤ بعد منطقة التقاء قناة البنكرياس بالإثني عشر يعمل إنزيم اللايباز البنكرياسي على هضم الجلسريدات الثلاثية والثنائية حيث يحولها إلى جلسريدات أحادية من النوع بيتا β (ذات حامض دهني وسطي) وأحماض دهنية.

➤ عمل إنزيم اللايباز البنكرياسي يعتمد على وجود مشارك اللايباز colipase وأحماض الصفراء المقترنة (أستحلاب الدهون) في تجويف الأمعاء.



امتصاص الأحماض الدهنية والجلسريدات الأحادية:

➤ الأحماض الدهنية والجلسريدات الأحادية الموجودة في تجويف الأمعاء الدقيقة في شكل مزيلات Micelles يتم امتصاصها من النصف الأمامي للأمعاء الدقيقة بواسطة آلية الانتشار Diffusion عبر غشاء الحافة الفرشائية إلى داخل الخلايا الطلائية.

➤ داخل سايتوبلازما الخلايا الطلائية للأمعاء الدقيقة يتم إعادة بناء الجلسريدات الثلاثية من الجلسريد الأحادي والأحماض الدهنية التي تم أخذها عبر غشاء الحافة الفرشائية.

➤ داخل الخلايا الظهارية يتم حوصلة الجلسريدات الثلاثية بواسطة أغشية بروتينية دهنية lipoprotein يتم بناءها داخل الخلية لتكوين ما يعرف بالكايلوميكرونات Chylomicrones.

➤ تحتوي الكايلوميكرونات بجانب الجلسريدات الثلاثية على كميات قليلة من استر الحامض الدهني للكلسترول وعلى الفايتامينات الزائبة في الدهون (ADEK).

➤ يتم تغليف مجموعة كايلوميكرونات بواسطة غشاء في جهاز جولجي ليتم طرحها إلى خارج الخلية بواسطة آلية الإلتفاف الخلوي Exocytosis لتصل إلى الشعيرات الليمفاوية.

تجوية الأسعاع

خلية طلائية

سائل خلالي

أحماض دهنية حرة

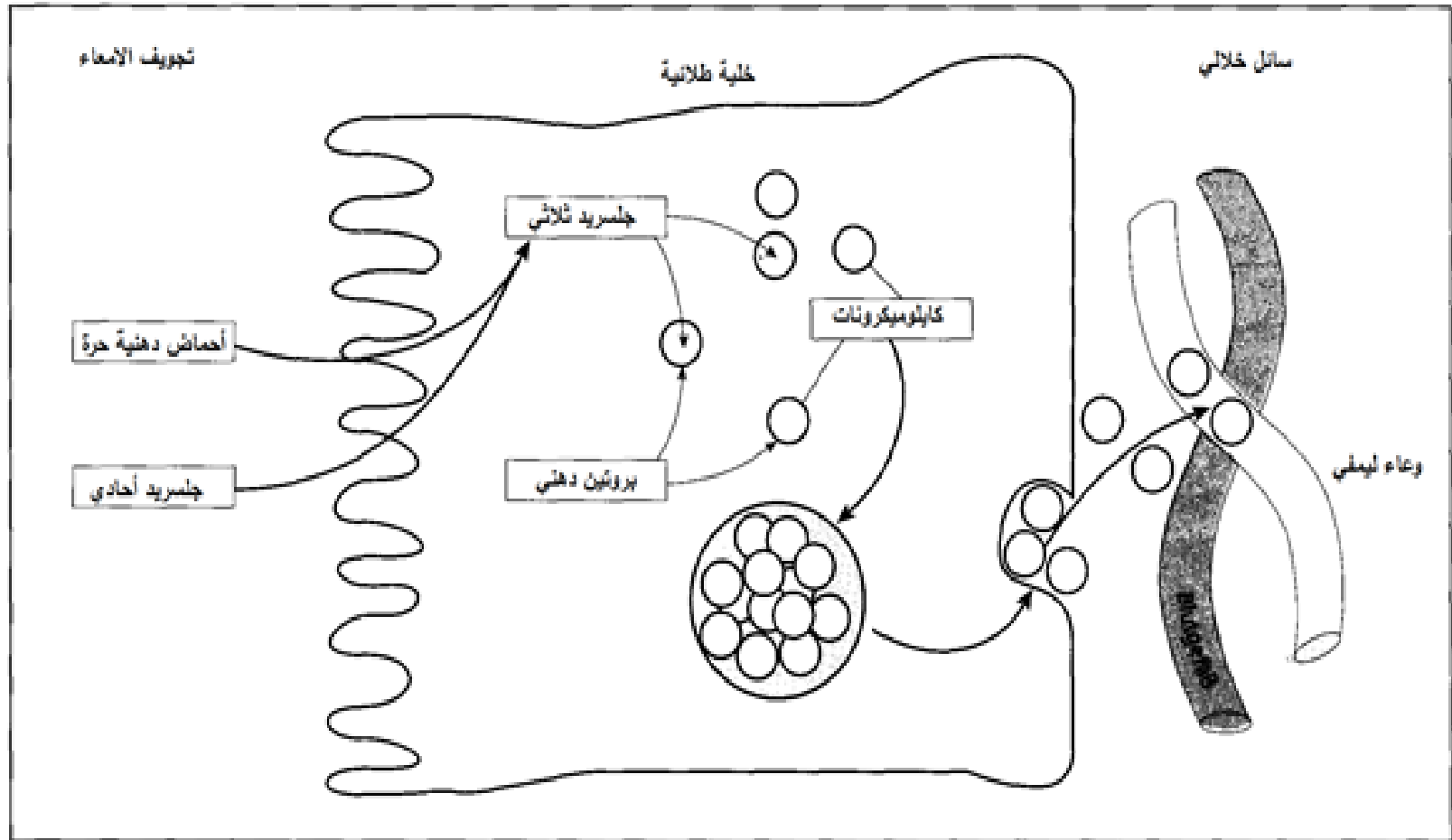
جلسريد أحادي

جلسريد ثلاثي

كابولوميكرونات

بروتين دهني

وعاء لمفاوي



➤ الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة ومتوسطة السلسلة (حتى ١٢ ذرة كربون) نادراً ما تستخدم في إعادة بناء الجلسريدات الثلاثية داخل الخلايا الطلائية، إنما تغادر الخلايا عبر الغشاء القاعدي الجانبي لتصل للشعيرات الدموية وبالتالي إلى دم الوريد البابي portal vein.

هضم وامتصاص الشحومات الفسفورية Phospholipids:

➤ يعتبر ليسيثين من أهم الشحومات الفسفورية في الغذاء. تصل أيضاً كميات من لسيثين lecithin إلى الأمعاء الدقيقة مع الصفراء Bile.

➤ يعمل إنزيم فوسفولايباز A_2 phospholipase والذي يفرز من البنكرياس على حلمة ليسيثين lecithin وتحويله إلى لايسوليسيثين lysolecithin.

➤ يتم أخذ لايسوليسيثين إلى داخل الخلايا الظهارية عبر غشاء الحافة الفرشائية بآلية الانتشار حيث يتم إعادة استرته بحامض دهني وتحويله إلى ليسيثين.

➤ يستخدم ليسيثين داخل الخلايا الطلائية في بناء الغشاء الدهني البروتيني للكايلوميكرونات، وبالتالي يتم طرحه مع الكايلوميكرونات ليصل للشعيرات الليمفاوية ومنه للوريد الأجوف الذيلي caudal vena cava.

امتصاص الكوليسترول:

- يوجد كوليسترول في المواد الغذائية حيوانية المنشأ. وبالإضافة إلى ذلك يصل الكوليسترول إلى الأمعاء الدقيقة مع الصفراء .
- ١٠% من كولسترول الغذاء يكون في صورة إستر Ester.
- إستر الكولسترول يتم حلمته في تجويف الأمعاء الدقيقة بواسطة إنزيم إستريز الكولسترول cholestrolesterase والذي يفرز من البنكرياس.

➤ يعبر الكولسترول غشاء الحافة الفرشائية للخلايا الطلائية
للأمعاء الدقيقة بواسطة آلية الانتشار الميسر facilitated
diffusion، حيث يتم إعادة إستترته بحمض دهني داخل
الخلية ليتم تضمينه بعد ذلك في محتويات الكايلوميكرونات
.chylomicrons

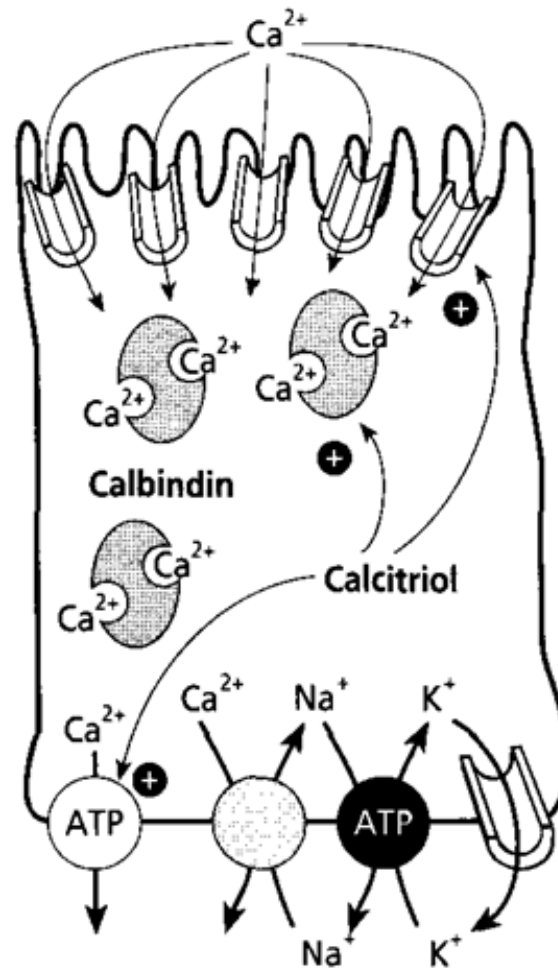
امتصاص أحماض الصفراء:

➤ أحماض الصفراء المقترنة مع الجلايسين أو التورين يتم
امتصاصها من اللفائفي بواسطة الناقل المشترك مع أيون
الصوديوم.

امتصاص الكالسيوم:

- يتم امتصاص الكالسيوم من الإثني عشر والجزء الأمامي من الصائم بآلية نقل نشطة **Active transport**.
- الوسط الحمضي في الإثني عشر يدعم إذابة أملاح الكالسيوم المتناولة في الغذاء وبالتالي امتصاص أيونات الكالسيوم.
- المكونات الغذائية التي تكون مع أيونات الكالسيوم مركبات غير ذائبة تعوق امتصاص أيونات الكالسيوم، مثال لهذه المكونات الغذائية حمض الأوكساليك **oxalic acid** (أوراق نبات البنجر) وحمض الفايتيك **phytic acid** (الغلال).

تجويف الامعاء



سائل خلالي

➤ كفاءة امتصاص الكالسيوم بواسطة الآلية النشطة تعتمد على مدى تركيز الكالسيوم والفسفور في الغذاء المتناول بالإضافة لحاجة جسم الحيوان لأيونات الكالسيوم.

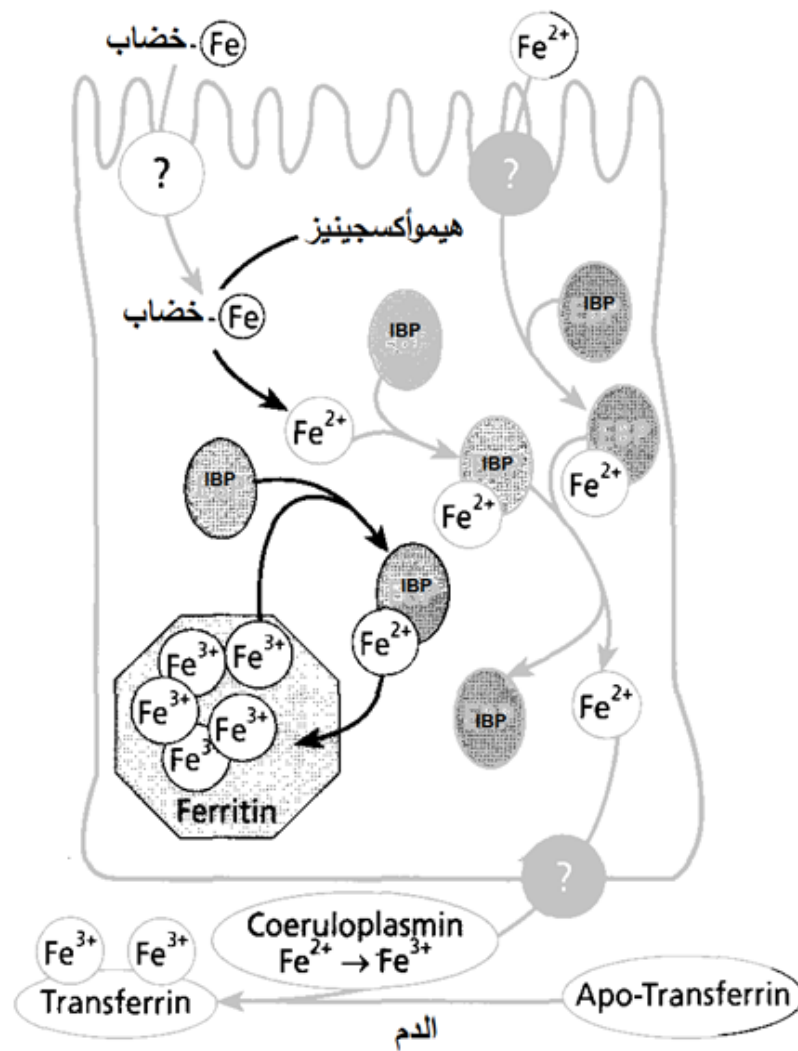
➤ الحاجة لأيونات الكالسيوم تزداد في حالات النمو، الإدرار وإنتاج البيض.

➤ تحت هذه الظروف يزداد بناء هرمون فيتامين D_3 (1,25, Dihydroxy calciferol) في الكلى، ويزيد هذا الهرمون من معدل امتصاص أيونات الكالسيوم من الأمعاء.

امتصاص الحديد:

- يتم امتصاص الحديد من الإثني عشر بآلية نقل نشطة.
- الأس الهيدروجيني المنخفض لمحتويات الإثني عشر يدعم إذابة أملاح الحديد وبالتالي امتصاص الحديد.
- امتصاص الحديد يتطلب اختزال أيون الحديدك إلى أيون حديدوز، عملية الاختزال هذه تتم بواسطة فيتامين C، السيستين cysteine (ينتج من هضم البروتينات) والقلوتاثيون Glutathion والذي يصل الأمعاء الدقيقة مع الصفراء.
- يتم أكسدة الحديدوز في الدم بواسطة إنزيم Ferroxidase coeruloplasmin والذي يحتوي على النحاس إلى حديدك.

تجوية الامعاء



وظائف الأمعاء الغليظة:

➤ بالرغم من الاختلاف التشريحي للأمعاء الغليظة بين الفصائل المختلفة إلا أن الأمعاء الغليظة تؤدي نفس الوظائف في كل الفصائل، وتشمل هذه الوظائف:

✓ تخزين الكيموس Chyme.

✓ التحكم في كمية ومحتوى البراز.

✓ التخمر الميكروبي للمواد العضوية والبناء الميكروبي للفيتامينات.

✓ امتصاص الكهارل والماء ونواتج التخمر الميكروبي عبر النسيج الطلائي.

➤ هذه الوظائف تظهر مدى تأثير الأمعاء الغليظة على الأيض العام وبالأخص بواسطة الكفاءة الأيضية الميكروبية.

تنظيم تناول الغذاء Regulation of feed intake

- حيوانات المزرعة و التي تربي للأغراض الإنتاجية لها كمون وراثي genetic potential للغرض الإنتاجي المحدد مثل إنتاج اللحوم، إنتاج الألبان، إنتاج البيض.....الخ.
- الكمون الوراثي يمثل الحد الأعلى النظري للكفاءة الإنتاجية والتي لا يمكن الوصول إليه عملياً. يرجع السبب في ذلك إلى بعض العوامل مثل تناول الغذاء و الذي يتم التحكم فيه بعدة عوامل :
- عوامل مرتبطة بالحيوان والبيئة حول الحيوان.
- عوامل مرتبطة بالغذاء.

عوامل مرتبطة بالحيوان والبيئة حول الحيوان:

- سعة القناة الهضمية.
- الجنس (الهرمونات الجنسية).
- المناخ (الحرارة).
- الضوء.
- الكثافة الحيوانية.
- نوع التغذية (تغذية مستمرة *ad libitum*، تغذية على فترات).

عوامل مرتبطة بالغذاء:

- تركيز الطاقة في الغذاء.
- سهولة الهضم Digestibility.
- التعود على الغذاء Adaptability.
- نوع وتركيبية الغذاء (طحين، Pellets، حجم الجزيئات الغذائية).
- محتوى الغذاء من المواد التي تعوق الهضم anti-nutritive (السموم، المواد اللزجة).
- ذوق، رائحة ولون الغذاء.

العوامل الفيزيائية للتحكم في تناول الغذاء:

- امتلاء المعدة: ارتفاع الضغط داخل القناة الهضمية (المعدة) وتمدد جدار المعدة يتحكم في تناول الغذاء. هذا النوع من التحكم يوضح نقص تناول الغذاء في الحيوانات أثناء الفترة الأخيرة من الحمل.
- معدل مرور المأكول و سهولة الهضم: معدل المرور البطيء يقلل من تناول الغذاء. توجد أيضاً علاقة طردية بين سهولة هضم الغذاء ومعدل مروره.

➤ الخصائص الفيزيائية للغذاء (تركيبية الغذاء): تشمل الخصائص الفيزيائية حجم جزيئات الغذاء ومحتوى الغذاء من الألياف النباتية.

✓ تستطيع الدواجن تناول الحبوب الكاملة غير المدروشة من دون أي تأثير على تناول الغذاء، فيما يتراجع تناول الغذاء عند تناول غذاء مطحون.

✓ يجب أن يحتوي الغذاء على نسبة محددة من الألياف الخام ذات حجم كبير (سنتمترات) في المجترات، حيث أن تقديم غذاء مطحون للمجترات يؤدي إلى وقف تناول الغذاء.

الإشارات الكيميائية و الفسيولوجية:

- المبدأ الأساسي للتحكم في تناول الغذاء هو الحفاظ على الدهون (الترسبات الشحمية) كاحتياطي طاقة.
- تتناول الحيوانات الغذاء عادة للحصول على الطاقة
Animal eat for energy، وهذا يعني بالضرورة أن محتوى الغذاء من الطاقة يتحكم في مستوى تناول الغذاء.
- بالإضافة إلى ذلك يمكن لنواتج الهضم الإنزيمي ونواتج التخمير الميكروبي في القناة الهضمية أن تتحكم في تناول الغذاء.

✓ تركيز الطاقة في الغذاء: لوحظت زيادة تعويضية في تناول الغذاء عند خفض مستوى الطاقة في الغذاء في الحيوانات المعملية وحيوانات المزرعة، مما يعني أن هنالك علاقة عكسية بين مستوى الطاقة في الغذاء ومعدل تناول الغذاء.

✓ محتوى الغذاء من البروتينات والأحماض الأمينية: الزيادة أو النقصان الحاد لبعض الأحماض الأمينية في الغذاء تؤدي إلى نقص تناول الغذاء. والزيادة الشديدة في محتوى البروتين في الغذاء أيضا تؤدي إلى خفض معدل تناول الغذاء وخاصة عند نقص محتوى الكاربوهيدرات في الغذاء.

✓ محتوى الغذاء من الدهون: اعتماداً على قانون الحيوانات تتغذى للحصول على الطاقة، فإنه كلما زاد محتوى الغذاء من الدهون كلما تراجع مستوى تناول الغذاء.

✓ زيادة محتوى الدهون في الغذاء تؤدي إلى تثبيط النشاط الميكروبي في المعدة المتقدمة للمجترات، مما يبطئ من هدم المركبات الغذائية المعقدة وبالتالي إلى زيادة زمن البقاء Retention time في المعدة المتقدمة مما يؤدي إلى تثبيط إضافي لتناول الغذاء.

✓ محتوى الغذاء من الكربوهيدرات: المجترات لها حساسية لمحتوى الغذاء من الكربوهيدرات سهلة التخمير (السكر، النشا) والتي تؤدي إلى خفض الأس الهيدروجيني في المعدة المتقدمة و بالتالي إلى تثبيط تناول الغذاء.

✓ تركيز السكر في الدم: تناول الغذاء في الحيوانات وحيدة المعدة يتم تنظيمه بواسطة مستوى السكر في الدم. هذا النوع من التنظيم يبدو أنه يعتمد على الفرق في تركيز السكر في الدم الشرياني مقارنة بتركيزه في الدم الوريدي و ليس على تركيزه المحض في الدم.

✓ نواتج التخمر الميكروبي: تناول الغذاء في المجترات يتم تنظيمه بواسطة تركيز الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة في الدم بدلاً من تركيز الجلوكوز. تركيز حمض الخليك Acetic acid يلعب الدور الأهم في عملية التنظيم.

✓ زيادة تركيز الأجسام الكيتونية Ketone bodies في الدم يؤدي إلى تقليل شديد في تناول الغذاء. يحدث هذا في الأبقار ذات الإنتاجية العالية من الألبان بصفة خاصة، نتيجة لامتصاص الأجسام الكيتونية وإنتاج كميات كبيرة من الأجسام الكيتونية من هدم الترسبات الشحمية fat depots.

✓ يتم تنظيم تناول الغذاء في المجترات أيضاً بواسطة تركيز الأمونيا في سائل المعدة المتقدمة. عندما يصل تركيز الأمونيا في سائل الكرش مقدار ٤٠ ملجرام / ١٠٠ مل، فإن ذلك يؤدي إلى تقليل تناول الغذاء في الأبقار الحلوب. الزيادة في تركيز الأمونيا في سائل الكرش يحدث عند تناول غذاء غني جداً بالبروتينات وفقير في الطاقة.

✓ الإشارات الشحمية: توجد علاقة قوية بين احتياطي الطاقة المخزونة في جسم الكائن الحي و تناول الغذاء، حيث تلعب الإشارات الشحمية دوراً مهماً في هذه الآلية لتنظيم تناول الغذاء.

✓ أظهرت التجارب أن زيادة الشحميات المترسبة fat depots في حيوانات التجارب تؤدي إلى تقليل تناول الغذاء Hypophagia لفترة حتى تعود الترسبات الشحمية إلى مستواها الأولي.

✓ هدم الدهون خلال هذه الفترة يؤدي إلى زيادة تركيز الأحماض الدهنية والجلسرول في الدم. تلعب هذه المواد الأيضية دور الإشارات التي تقود آلية تنظيم تناول الغذاء.

✓ يرجع السبب في قلة تناول الغذاء في أبقار التسمين مقارنة مع الأبقار الحلوب إلى زيادة الترسبات الشحمية في أبقار التسمين والتي يتم تنظيم تناولها للغذاء بواسطة الآلية أنفة الذكر.



فسيولوجيا الغدد الصم و الهرمونات

مقدمة Introduction

أنواع الغدد في الجسم:

➤ غدد قنوية Duct glands وتسمى أيضا غدد ذات إفراز خارجي Exocrine glands وتحتوي على قنوات خاصة تصب بواسطتها الإفرازات اما خارج الجسم مثلما في الغدد العرقية أو داخل الجسم كما في الغدد اللعابية وغدد القناة الهضمية الأخرى.

➤ غدد صماء Ductless glands وهي تسمى أيضا بالغدد ذات الإفراز الداخلي Endocrine glands وتصيب افرازاتها مباشرة في الدورة الدموية.

➤ غدد مختلطة Mixed glands وهى غدد تتميز بالأفراز الخارجى والداخلى كما فى البنكرياس والغدد الجنسية.

أنواع الغدد الصماء:

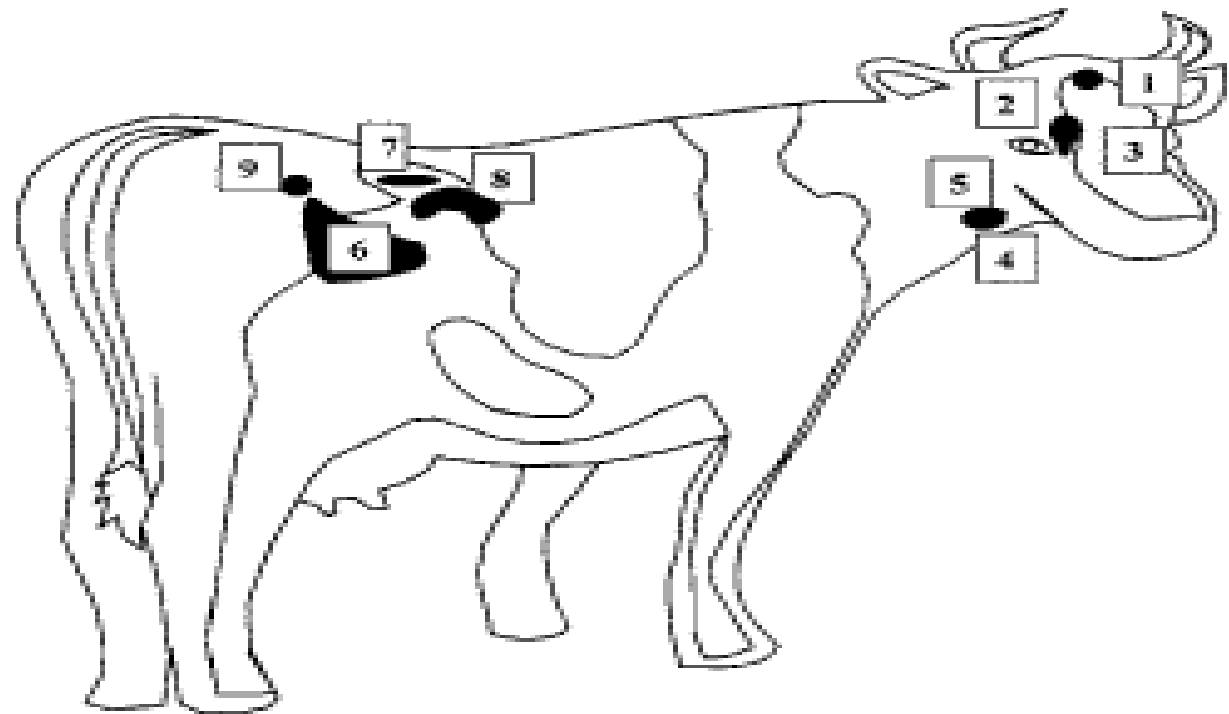


Fig. 1.8. The location of key endocrine glands in cattle: 1, pineal; 2, hypothalamus; 3, pituitary; 4, thyroid; 5, parathyroid; 6, pancreas; 7, adrenal; 8, kidney; 9, ovary (testis in males).

علاقة الغدد الصماء بالجهاز العصبي:

➤ الغدد الصم ومن خلال افرازها للهرمونات المختلفة تعمل على تنظيم كافة أنشطة الجسم وعملياته الحيوية وتلعب دورا هاما في المحافظة على ثبات البيئة الداخلية للجسم فيما يعرف بالاستتباب Homeostasis.

➤ التحكم في كل هذه الوظائف والعمليات الحيوية يتم من خلال التآزر بين الجهازين العصبي والهرموني (الغدد الصماء).

➤ يرتبط عمل كلا الجهازين ارتباطا وثيقا اذ أن وظائف الغدد الصماء نفسها تقع تحت تأثير الجهاز العصبي، حيث يقوم تحت السرير البصري (الوطاء) Hypothalamus بربط كل من الجهازين من خلال تحويل الإشارات العصبية الى اشارات هرمونية تتحكم في نشاط معظم الغدد الصماء.

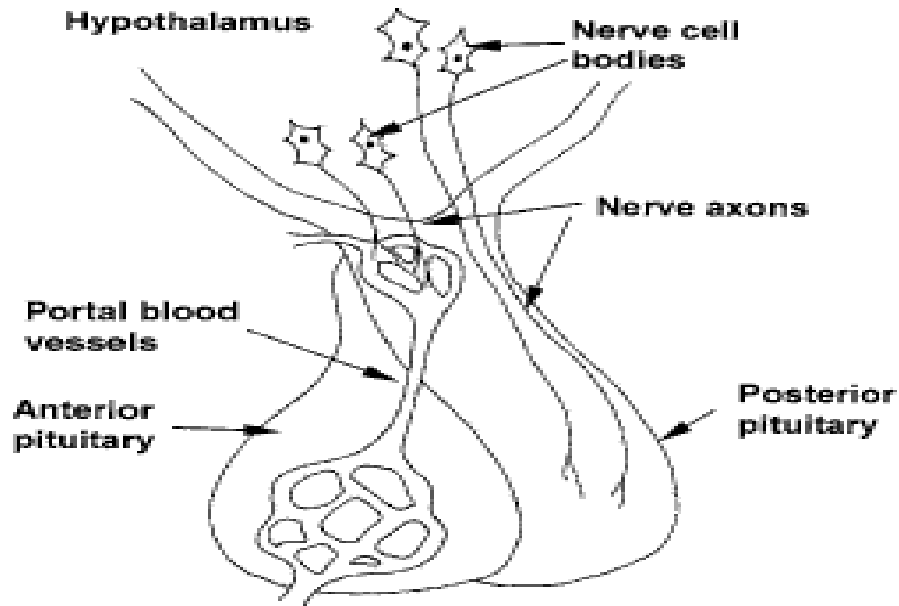


Fig. 1.37. Organization of the pituitary and hypothalamus.

الهرمونات :Hormones

- الهرمونات عبارة عن مواد عضوية تتألف من البروتين Protein ، عديد الببتيد Polypeptides ، بروتين نشوى Glycoprotein ، مشتقات الأحماض الأمينية Amino acids derivatives ، مشتقات الأحماض الدهنية Fatty acids derivatives أو الستيرويدات Steroids.
- توجد بتركيزات منخفضة جدا في الدم أو الأنسجة وتسيطر بفعالية على جميع الوظائف الفسيولوجية في الجسم.
- تفرز مباشرة في تيار الدم ليحمل الى جزء اخر في الجسم كي يمارس عليه تأثيرا تنظيميا حيوياً.

➤ يمكن للهرمون أن يكون له أثر صمي Endocrine
باراكريني Paracrine أو ذاتي Autocrine.

➤ الهرمون بالتالي هو وسيط كيميائي يخلق و يفرز بواسطة
خلايا صماء ليحمل الى خلايا اخرى قريبة أو بعيدة ليمارس
عليها تأثيراً تنظيمياً حيوياً.

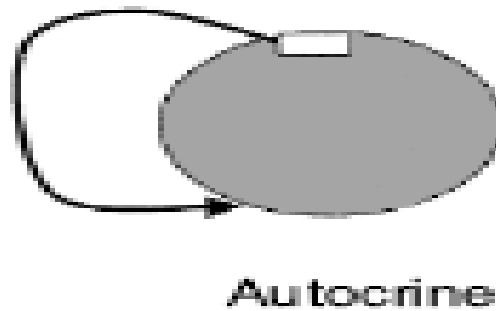
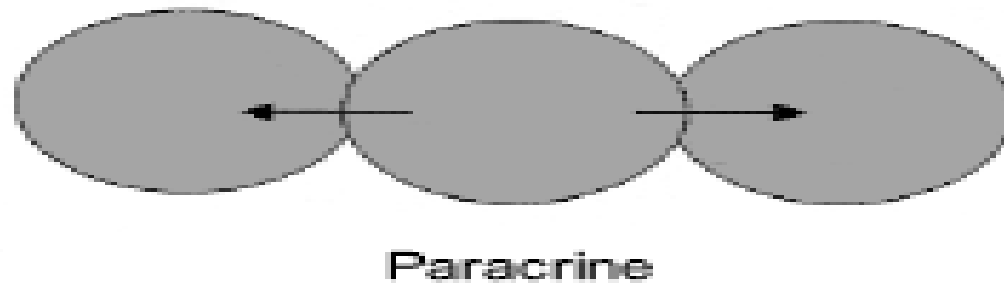


Fig. 1.1. Mechanisms of hormone delivery.

تقسم الهرمونات الى مجموعتين:

- هرمونات بروتينية وتشمل الهرمونات ذات التراكيب البروتينية، عديد الببتيد والبروتينات النشوية.
- هرمونات غير بروتينية وتشمل الهرمونات الستيرويدية، مشتقات الأحماض الأمينية ومشتقات الأحماض الدهنية.

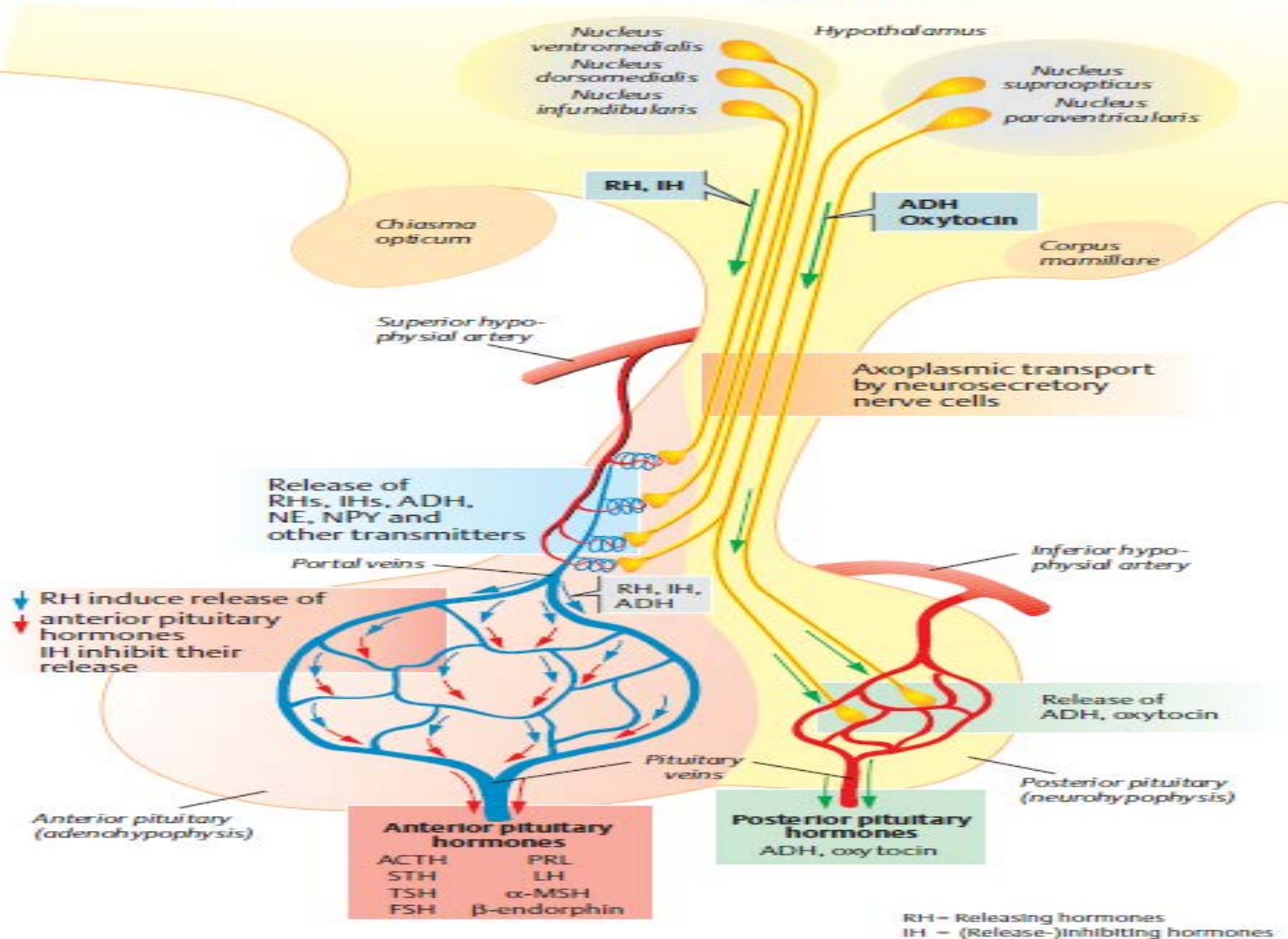
الآلية عمل الهرمونات :Hormones action

- الهرمونات في الغالب لا تعمل بصورة مباشرة على الخلايا الداخلية والأجهزة بل ترتبط أولاً مع مستقبلات **Receptors** خاصة بالهرمون توجد على غشاء الخلية (هرمونات بروتينية) أو بداخلها (هرمونات غير بروتينية).

الغدة النخامية Pituitary gland

- أهم غدة صماء فى الجسم على الإطلاق Master gland.
- تتحكم فى نشاط كثير من الغدد الصم الأخرى، كما أن لها تأثيرات مباشرة على أنشطة الجسم.
- غدة صغيرة توجد أسفل المخ وتتصل بالوطاء Hypothalamus.
- تنقسم النخامية الى جزء غدى التركيب (نخامية غدية Adenohypophysis) واخر ينتمى الى الجهاز العصبى (نخامية عصبية Neurohypophysis).

A. Hypothalamic-pituitary hormone secretion (schematic)



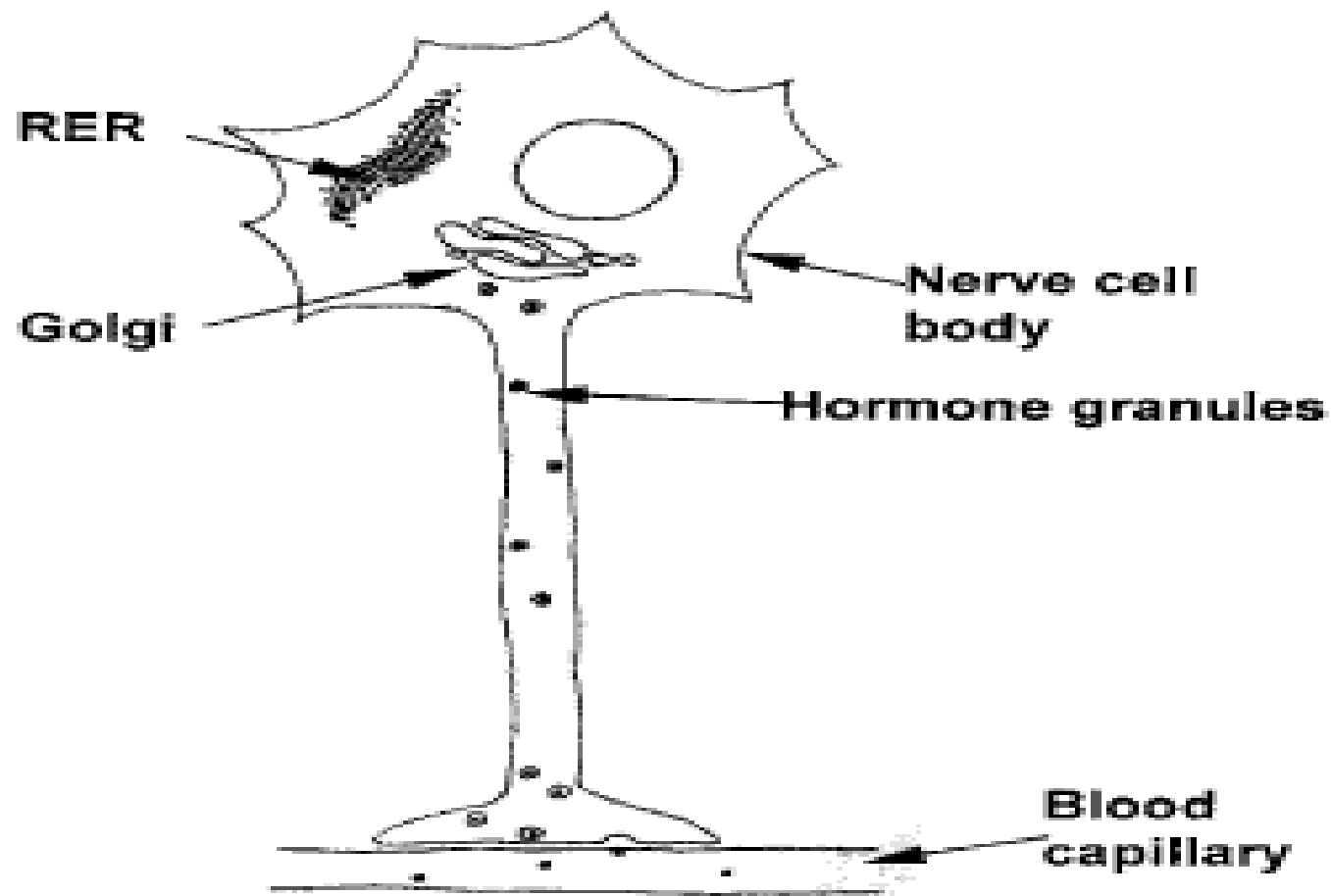


Fig. 1.38. Hormone production and axonal transport by nerve cells. RER, rough endoplasmic reticulum.

النخامية الغدية Adenohypophysis

الجزء الأقصى Pars distalis:

➤ يتكون هذا الجزء من ٥ أنواع من الخلايا:

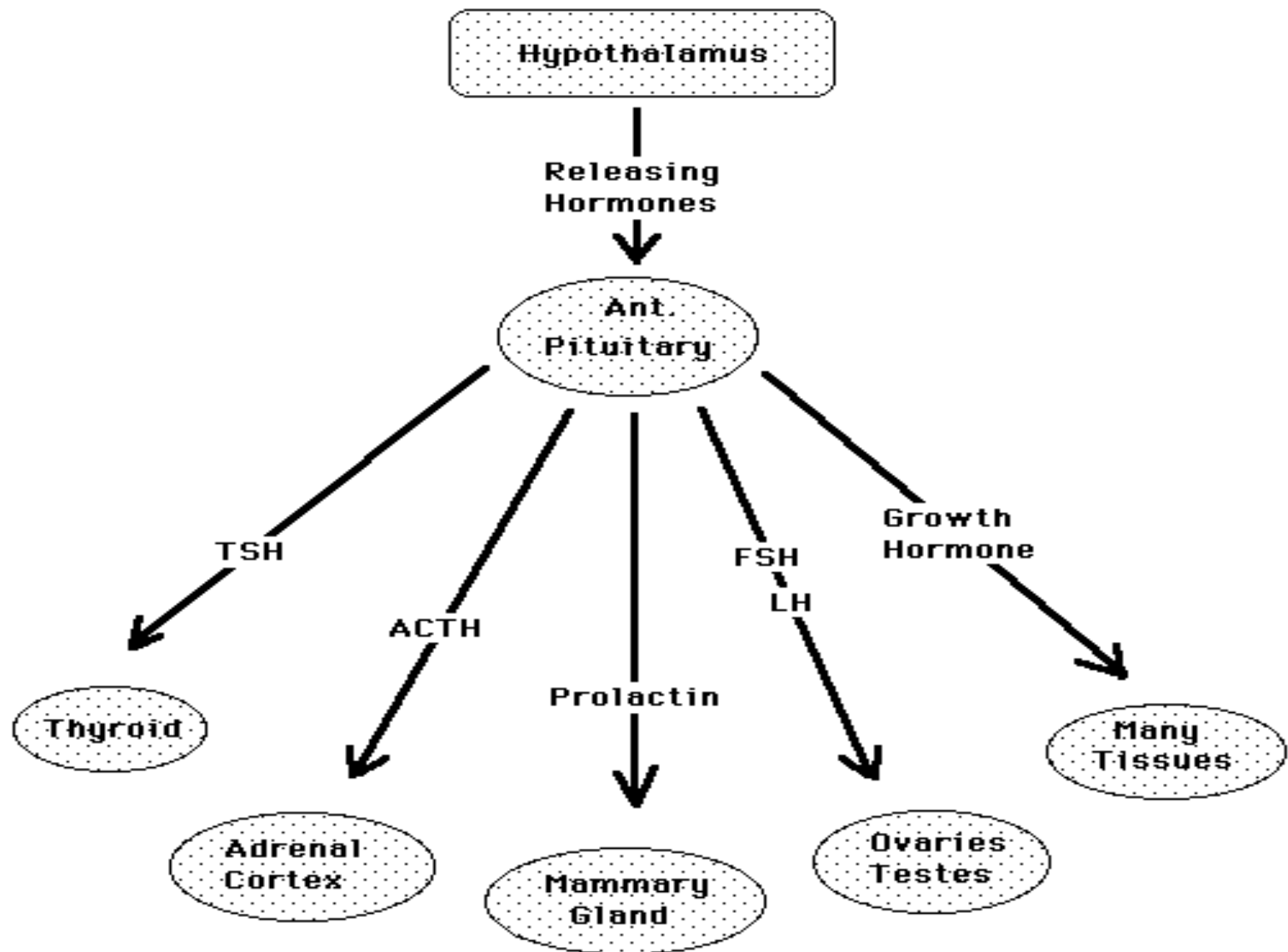
✓ خلايا حاثّة الجسم Somatotrops، وهى خلايا حمضية الصبغة Acidophilic وتفرز هرمون النمو (Growth hormone, GH; Somatotrophic hormone).

✓ خلايا حاثّة الدرقية Thyrotrops، وهى خلايا قعدة الصبغة Basophilic وتفرز هرمون منشط الدرقية (Thyroid stimulating hormone, TSH).

✓ خلايا حاثّة قشرة الكظر Corticotrops، وهى خلايا قاعدة الصبغة وتفرز الهرمون المنبه لقشرة الكظر (Adrenocorticotrophic hormone, ACTH).

✓ خلايا حاثّة المناسل Gonadotrops، وهى خلايا قاعدة الصبغة وتفرز الهرمونات المنشطة للمناسل Gonadotrophic hormones والتي تشمل الهرمون المنبه للجريب (Follicle stimulating hormone, FSH) والهرمون الملوتن (Leutinizing hormone, LH).

✓ خلايا حاثّة الغدد اللبنية Mammatrops، وهى خلايا حمضية الصبغة وتفرز هرمون البرولاكتين Prolactin.



التحكم فى افراز هرمونات النخامية الغدية:

➤ عوامل للتحرير Releasing factors, RF، وأخرى للتثبيط Inhibiting factors, IH صادرة من خلايا عصبية فى الوطاء Hypothalamus و تصل الى النخامية الغدية عبر الأوعية البابية النخامية. هذه العوامل تشمل:

✓ العامل المحرر لهرمون النمو Somatotrophic hormone releasing hormone, STH-RH.

✓ العامل المثبط لتحرير هرمون النمو Somatostatin, STH-IH.

- ✓ العامل المحرر للهرمون المنبه لقشرة الكظر ACTH-RH.
- ✓ العامل المحرر للهرمون المنشط للغدة الدرقية TSH-RH.
- ✓ العامل المحرر للهرمون المنشط للمناسل GnTH-RH.
- ✓ العامل المحرر لتحرير هرمون البرولاكتين PR-RH.
- ✓ العامل المثبط لتحرير هرمون البرولاكتين PR-
(Dopamine).

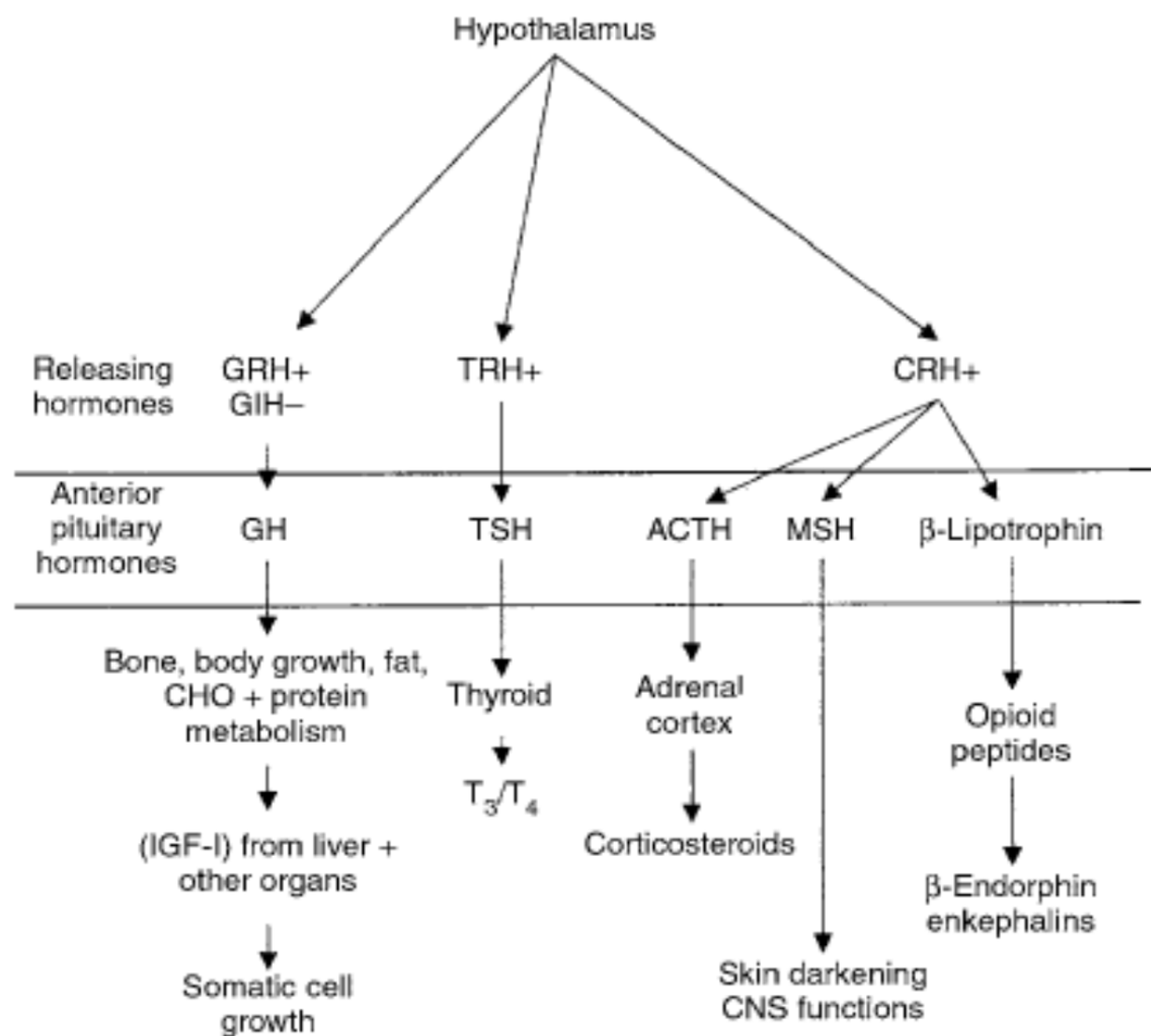


Fig. 1.41. Overview of regulation of metabolic hormones.

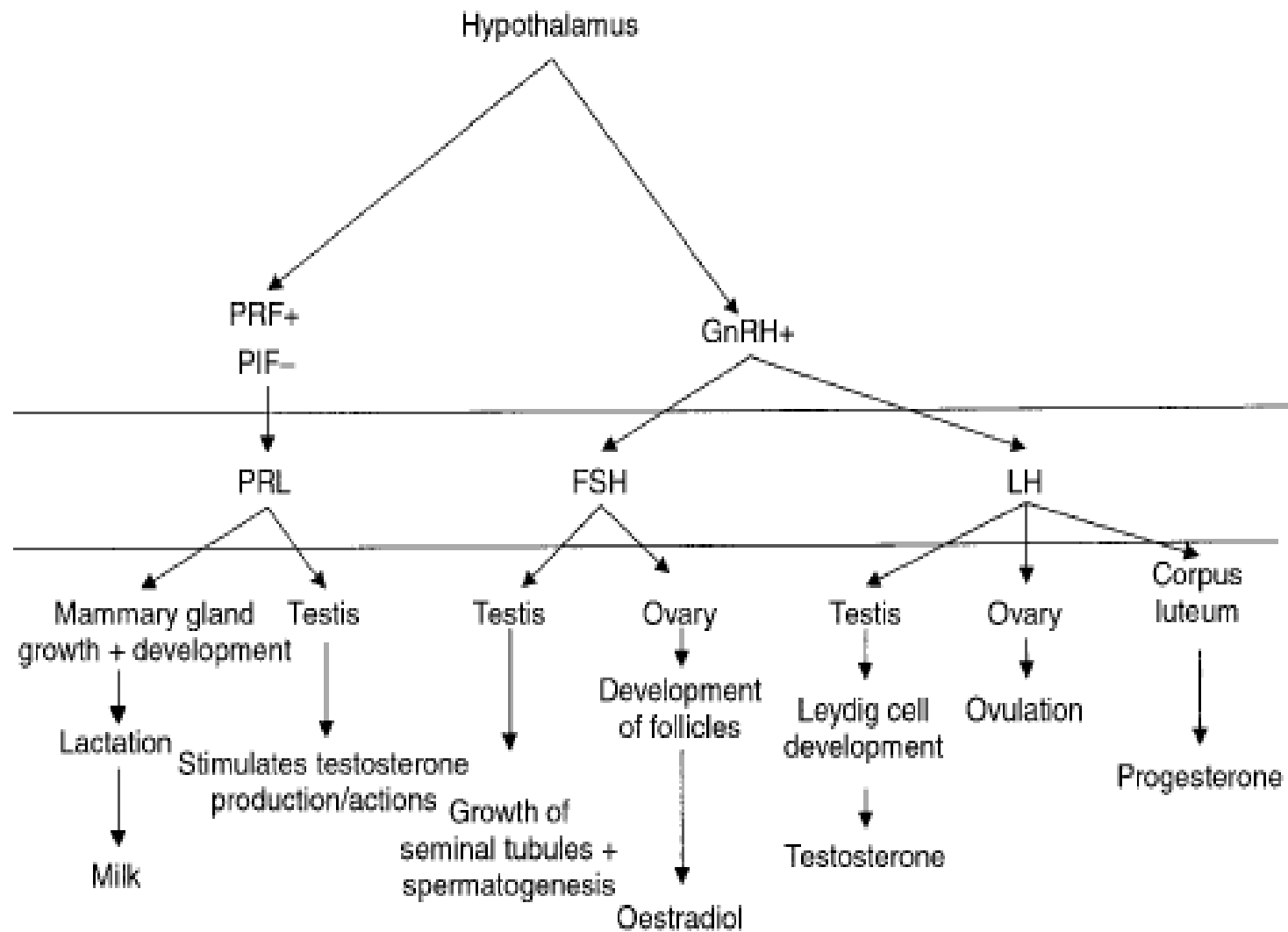


Fig. 1.42. Overview of regulation of reproductive hormones.

هرمون النمو Growth hormone, GH

- ينشط هذا الهرمون مع الهرمونات الأخرى المرتبطة بالتمثيل الغذائي في الجسم أنقسام الخلايا ونمو الجسم وبناءه.
- كيمياء الهرمون: بروتين Protein.
- تأثير الهرمون:
- ✓ يقلل من هدم البروتينات Catabolism.
- ✓ يساعد في نقل الأحماض الأمينية الى داخل الخلايا وخاصة الخلايا العضلية.

✓ يزيد من مستوى الجلوكوز فى الدم .

✓ يساعد على استهلاك الدهون المخزنة فى الجسم بدلا عن الكربوهيدريت والبروتين.

✓ يساعد على نمو الجسم ونمو العظام من خلال تقليل هدم البروتينات، زيادة امتصاص الكالسيوم من الأمعاء وتنمية القضاريف المشاشية مما يزيد من طول العظام.

الهرمون المنشط للغدة الدرقية TSH

- يمثل العامل الأساسي في تنشيط الغدة الدرقية.
- كيمياء الهرمون: بروتين سكري Glycoprotein.
- تأثير الهرمون:
- ✓ يزيد من أخذ uptake خلايا حويصلات الغدة الدرقية لعنصر اليود من الدم.
- ✓ يزيد من بناء وأفراز هرمونات الدرقية (T_4 , T_3).

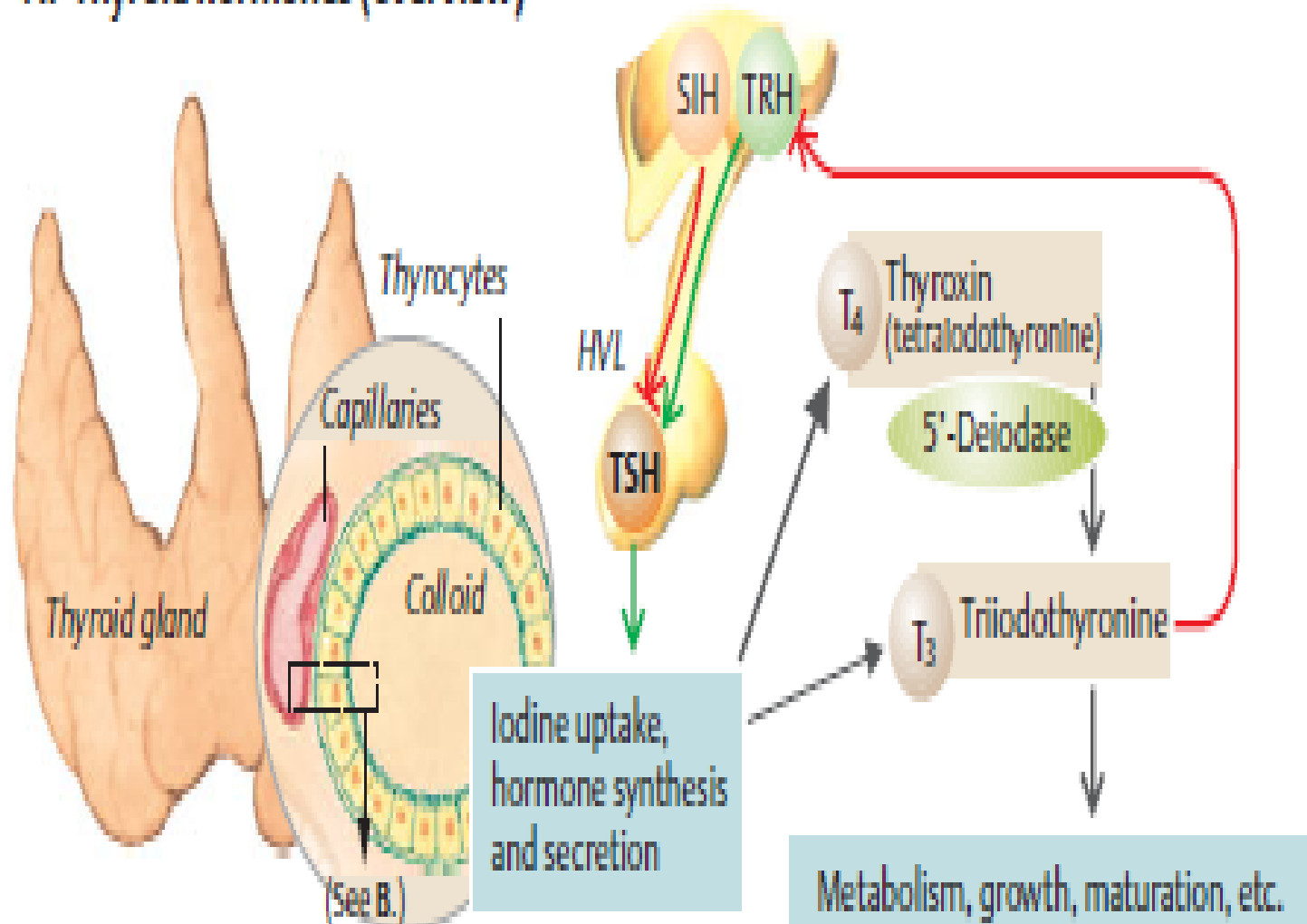
التحكم فى إفراز الهرمون:

- عن طريق الهرمون المحرر للهرمون المنشط للدرقية TSH-RH والذى يفرز من الوطاء.
- هرمونات الدرقية تنظم إفراز TSH على مستوى الوطاء والغدة النخامية بالية التلقيم الراجع السلبي.

الآلية عمل الهرمون:

- يرتبط الهرمون بالخلايا الخاصة به على الغشاء البلازمي لخلايا حويصلات الدرقية Thyroid follicles.

A. Thyroid hormones (overview)



الهرمون المنبه لقشرة الكظر ACTH

- يعمل هذا الهرمون على تنشيط غدة قشرة الكظر.
- كيمياء الهرمون: عديد ببتيد Polypeptide.
- تأثير الهرمون:
- ✓ تنبيه قشرة الكظر وبخاصة المنطقة الحزمية والشبكية والتي تفرز القشرانيات السكرية Glucocorticoids مثل الكورتيزول Cortisol والكورتيزون Cortisone.
- ✓ محور الغدة النخامية وغدة الكظر يمثل أهم الوسائل للحفاظ على التوازن الداخلى للجسم (الاستتباب Homeostasis).

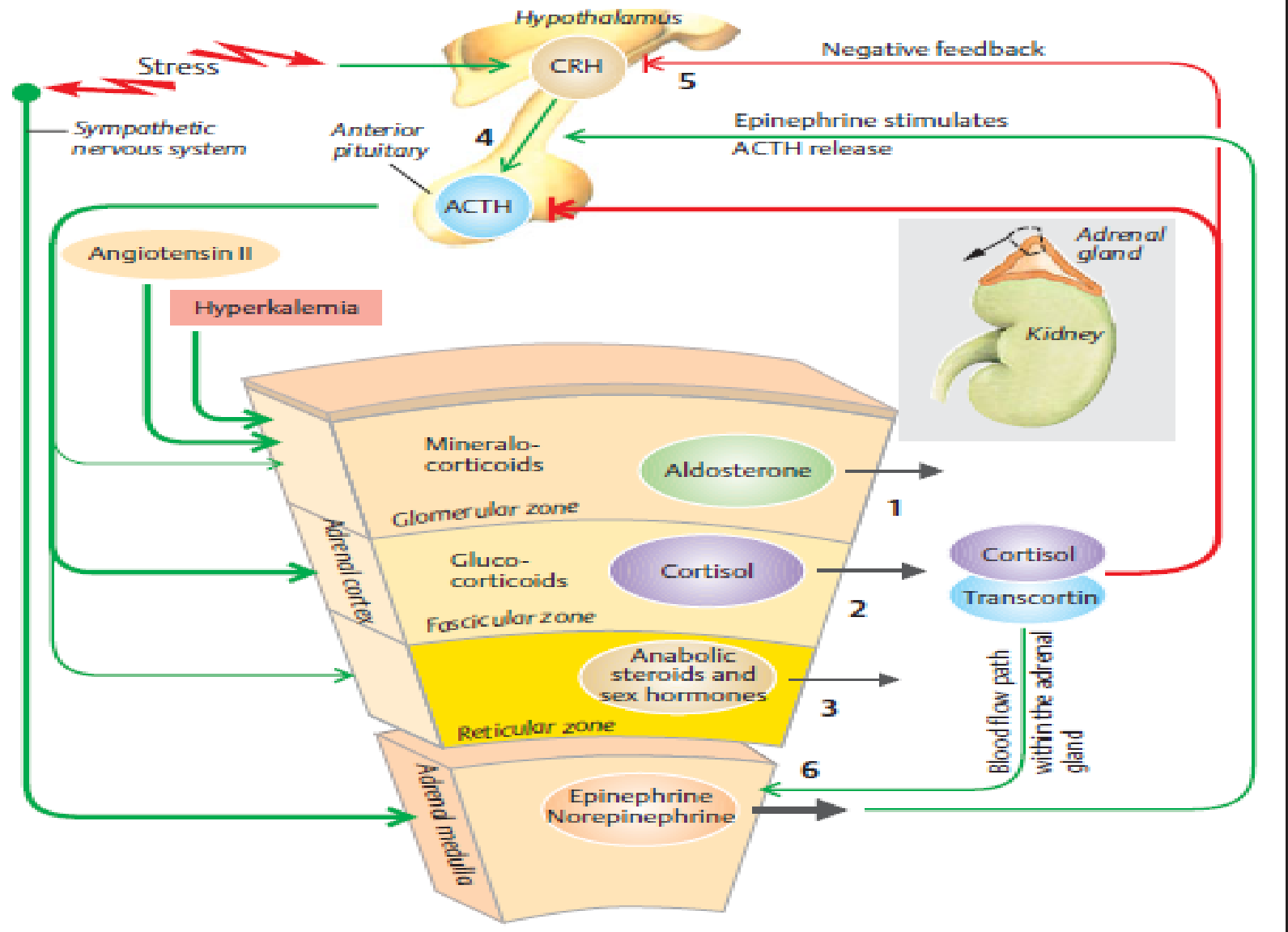
➤ التحكم فى إفراز الهرمون:

✓ الوطاء عن طريق إفراز العامل المحرر للهرمون المنبه لقشرة الكظر ACTH-RH والذي يؤدي الى زيادة إفراز القشرانيات السكرية.

✓ الية التلقيم الراجع السلبي، حيث يتحكم مستوى القشرانيات السكرية فى الدم على افراز الهرمون المنبه لقشرة الكظر ACTH وعلى العامل المحرر للهرمون المنبه لقشرة الكظر ACTH-RH.

✓ العديد من النواقل العصبية الصادرة من الجهاز العصبى المركزى مثل الأدرينالين والنورأدرينالين.

A. Adrenal gland



منبهات المناسل النخامية Gonadotrophic hormones, GnTH

➤ تشمل الهرمون المنبه لنمو الجريب Follicle stimulating hormone, FSH والهرمون الملوتن LH Leutinizing hormone و الذى يسمى فى الذكور بالهرمون المنبه للخلايا البينية Interstitial cells stimulating hormone, ICSH.

FSH الهرمون المنبه للجريب

➤ كيمياء الهرمون: بروتين سكري.

➤ تأثير الهرمون:

✓ يحث على نمو وأنضاج جريبات المبيض.

✓ نمو الخصى والأنبيبات المنوية ونضج النطاف.

✓ يحفز خلايا سيرتولى Sertoli لإنتاج بروتين ناقل
للأندروجينات (Testosterone) داخل الأنبيبات المنوية
والشبكة الخصوية ورأس البربخ.

الهرمون الملوتن (LH, ICSH)

➤ كيمياء الهرمون: بروتين سكري.

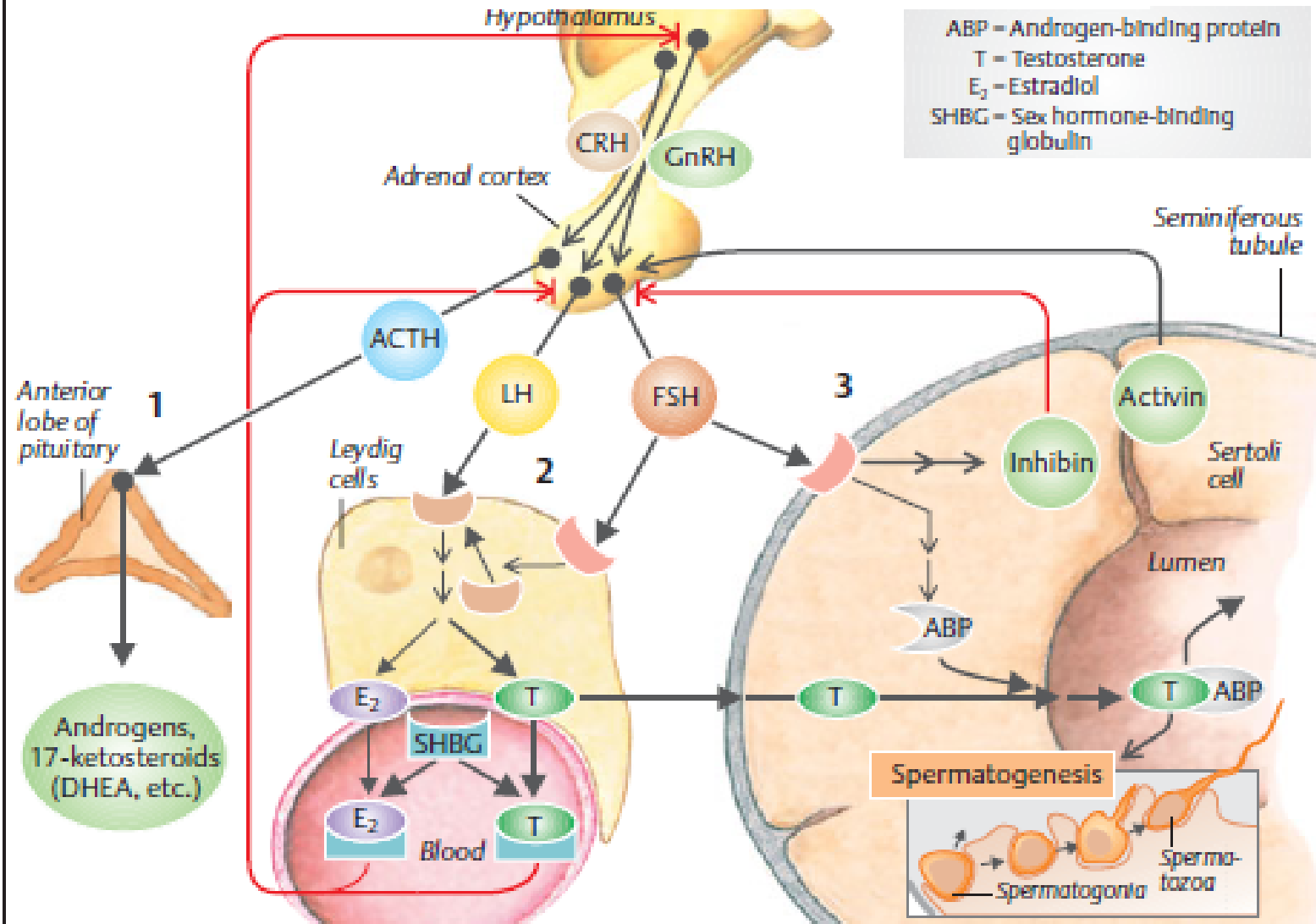
➤ تأثير الهرمون:

✓ في الأنثى يعمل بالتآزر مع الهرمون المنبه للجريب ويحفز إفراز الأستروجين من الجريبات الالية للنضوج ويسبب الإباضة Ovulation، تكوين الجسم الأصفر Corpus luteum وإفراز البروجستيرون.

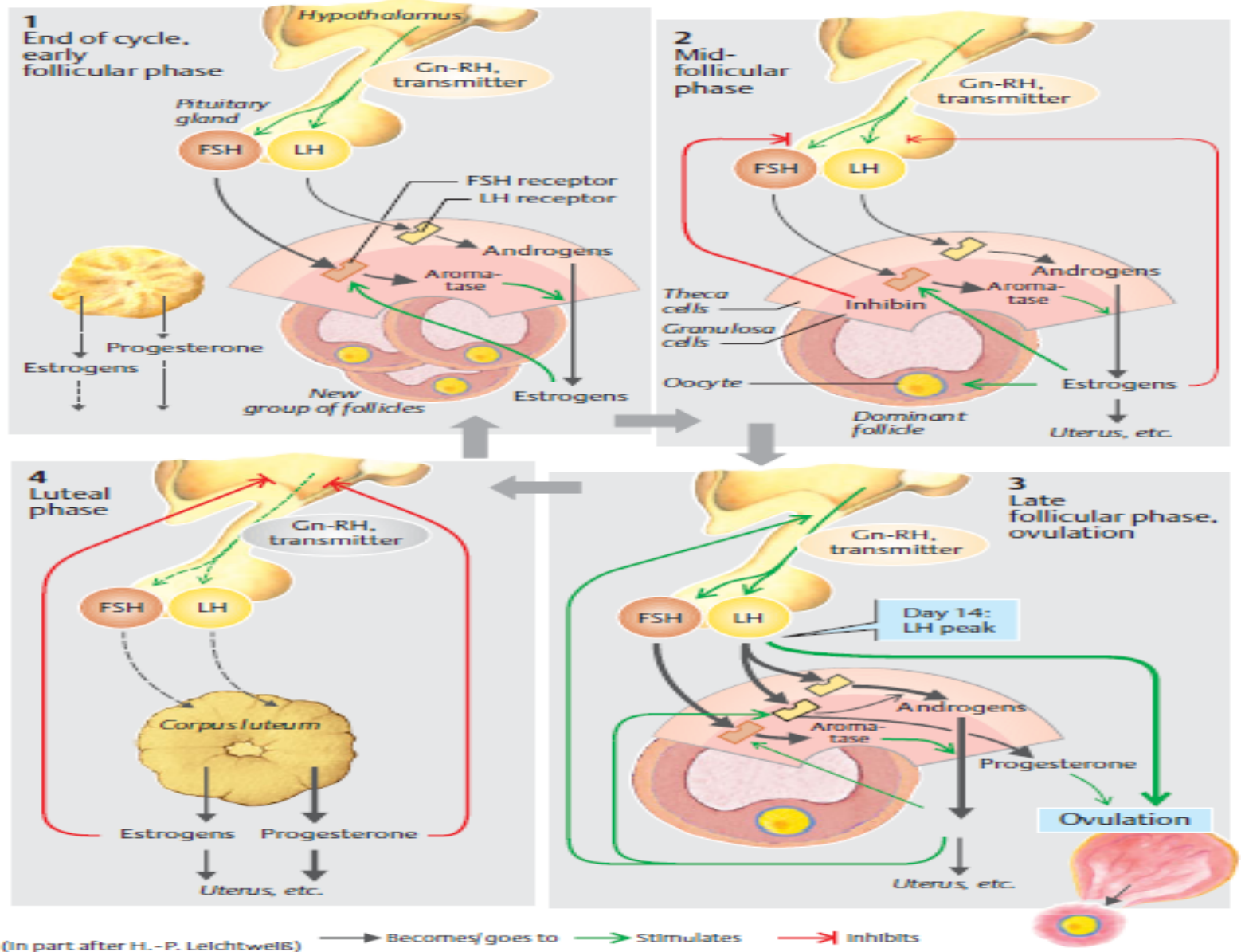
✓ نمو الأعضاء الجنسية والثدى في الأنثى.

- ✓ في الذكور ينبه الخلايا البينية Leydig cells في الخصى ويحفزها على إفراز الأندروجينات التي تعمل على تنبيه الأنبيبات المنوية لإنتاج النطاف.
- ✓ رعاية الأجزاء التناسلية الثانوية في الذكور.

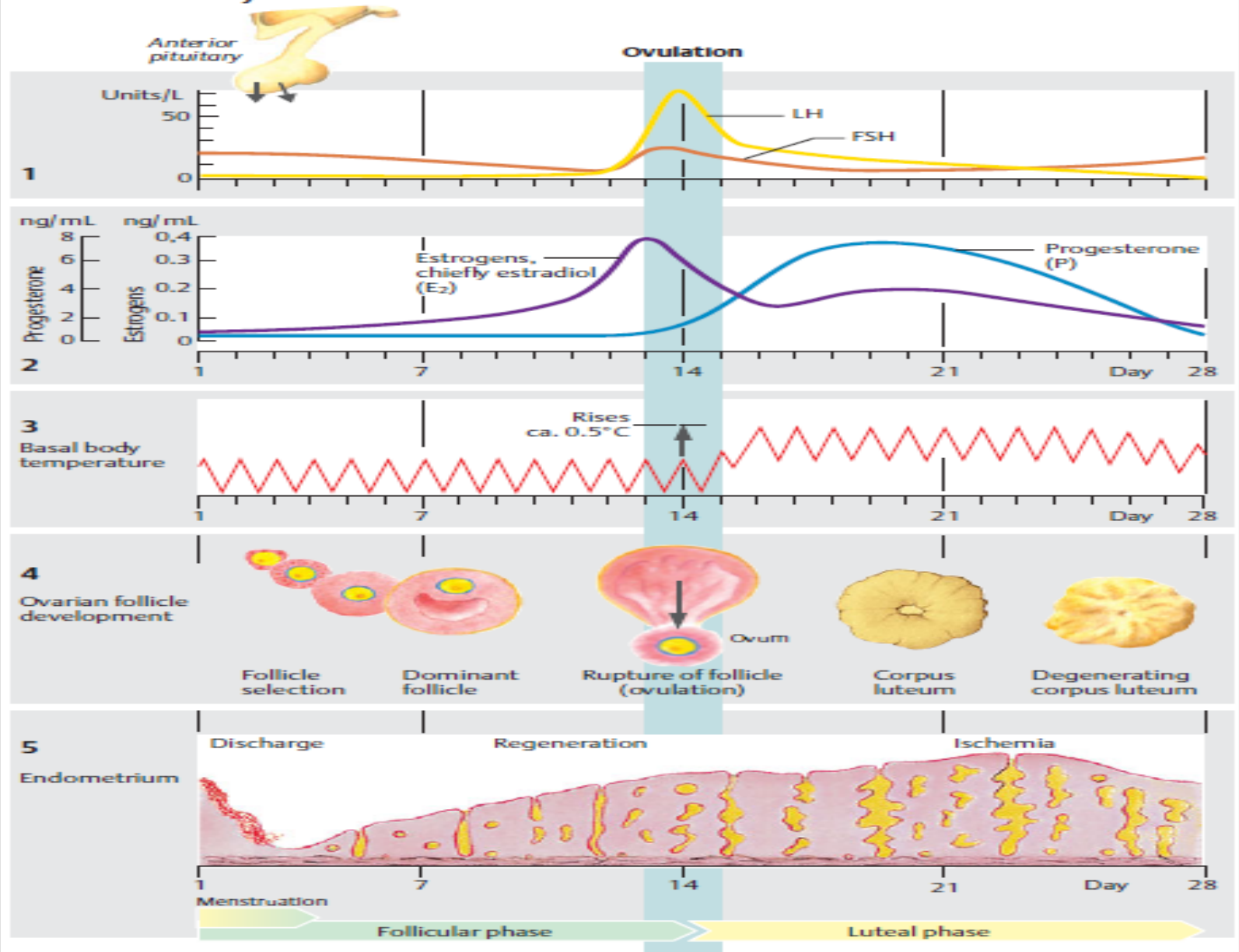
A. Control and transport of androgenic hormones; effects of testosterone on the testes



A. Hormonal control of the menstrual cycle



A. Menstrual cycle

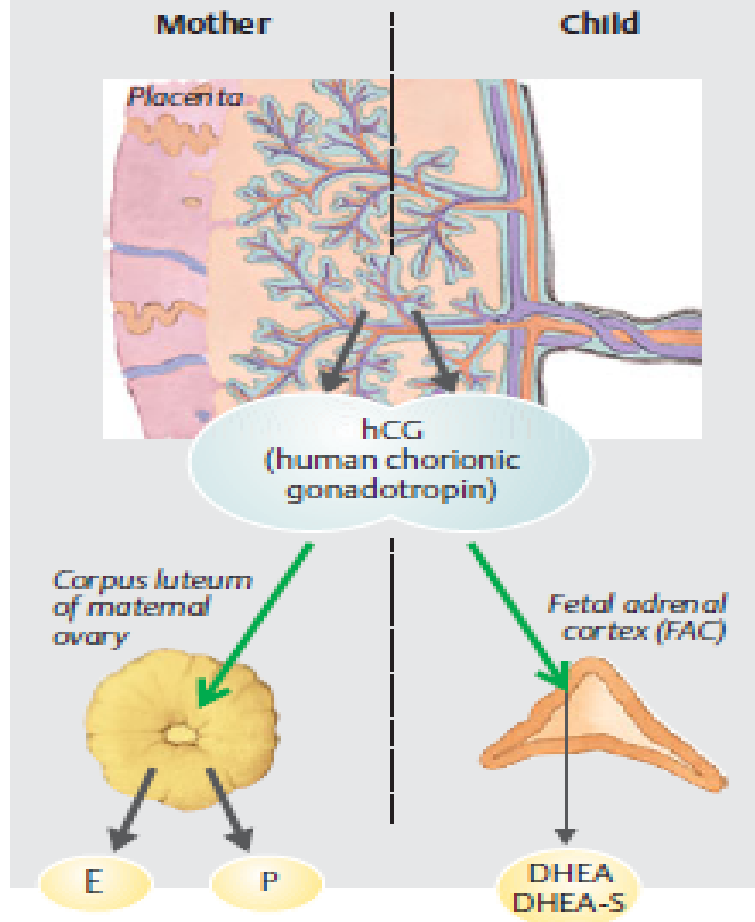


➤ التحكم فى إفراز الهرمون:

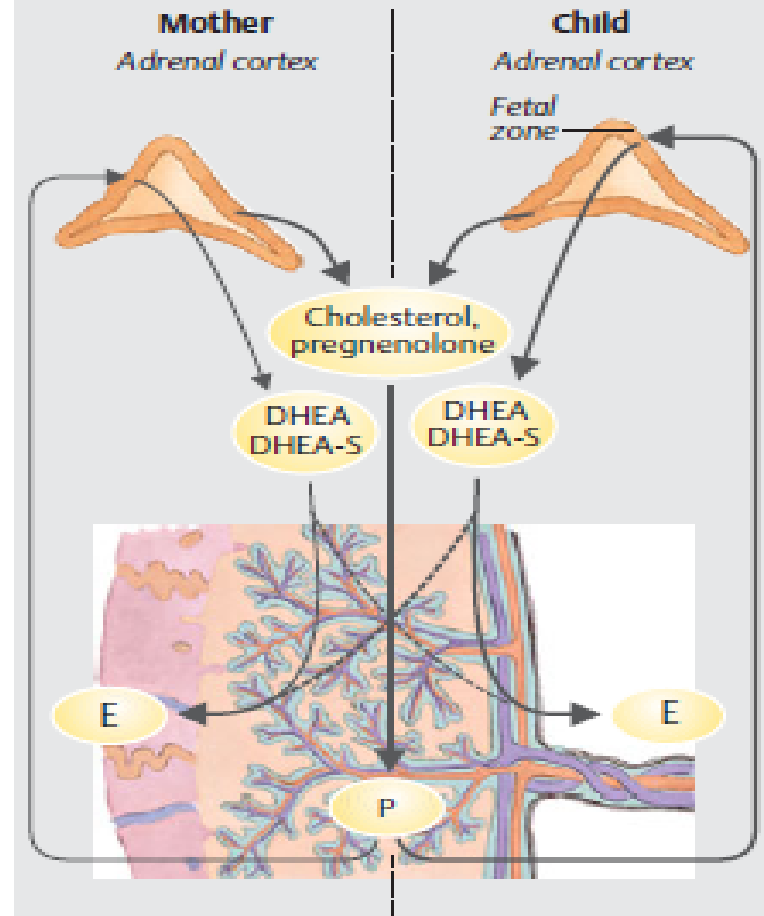
- ✓ يزداد تركيز الهرمون عند البلوغ.
- ✓ يرتفع الى مستوى عالى عند الإباضة.
- ✓ الأستروجين يتحكم فى إفراز الهرمون بالية التلقيح الراجع الأيجابى (ما قبل الإباضة مباشرة).
- ✓ تثبط الأندروجينات والبروجستيرون إفراز الهرمون على مستوى النخامية (تلقيح راجع سلبى).

A. Hormone synthesis in placenta, mother and fetus: fetoplacental unit

1 Early pregnancy: Proteohormone synthesis in placenta



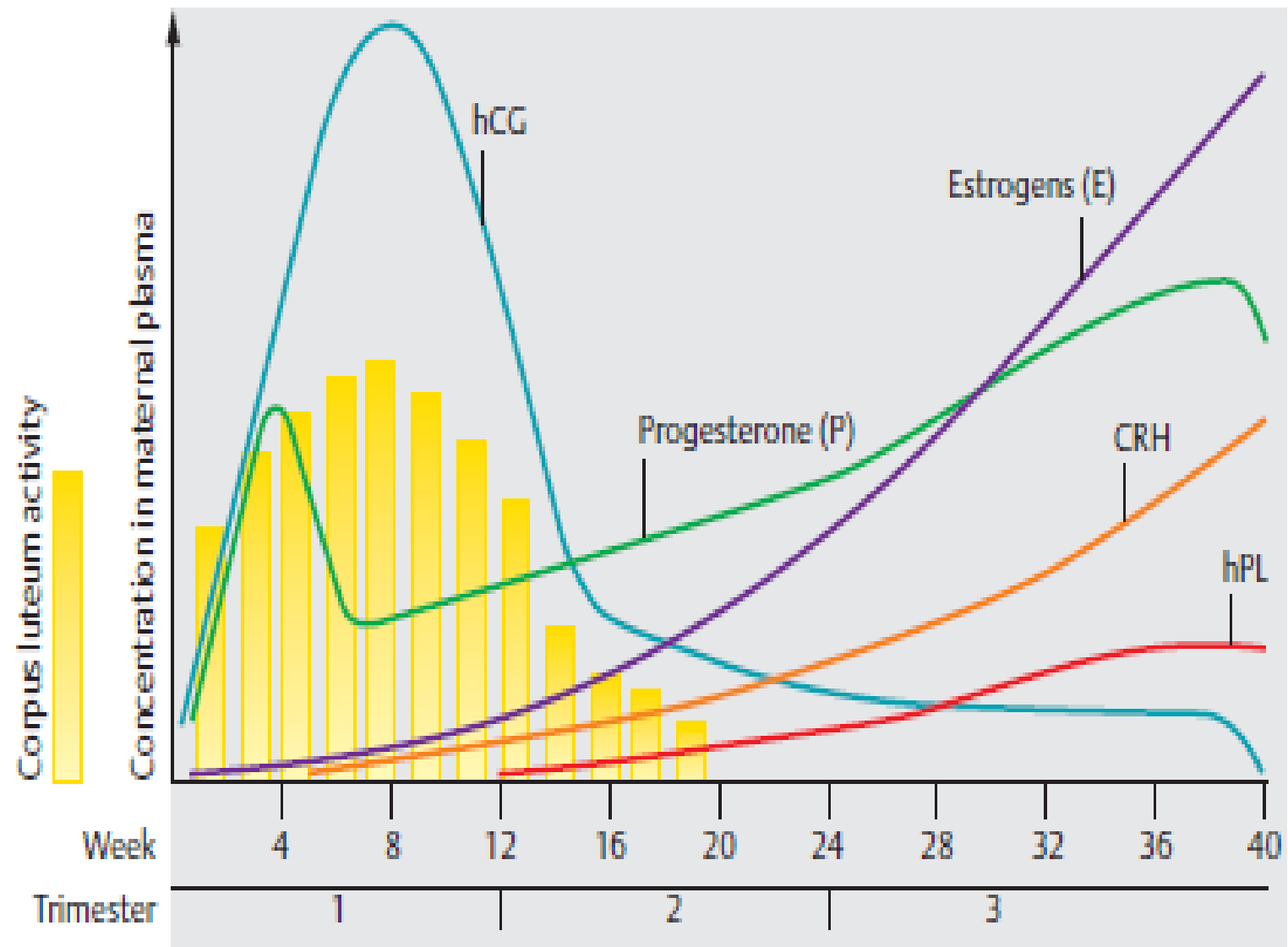
2 Later pregnancy: Steroid hormone synthesis in placenta



Steroid hormones:

P = progesterone; DHEA(-S) = dehydroepiandrosterone (sulfate); E = estrogens

B. Hormone concentrations in plasma during pregnancy



هرمون البرولاكتين Prolactin

➤ هو الهرمون المسئول عن بداية واستمرار إفراز اللبن
Lactogenesis.

➤ كيمياء الهرمون: بروتين.

➤ تأثير الهرمون:

✓ يعنى هذا الهرمون بجانب هرمونات أخرى (هرمون النمو، الأنسولين، الثيروكسين، هرمونات جار الدرقية والكورتيزول) ببدء واستمرارية إفراز اللبن.

✓ له تأثير مثبط على المبيض حيث يقلل من إنتاج الأستروجين والبروجسترون.

✓ المستويات العالية من البرولاكتين تثبط إفراز العامل المحرر للهرمونات المنشطة للمناسل GnH-RH ويؤدي الى تعطيل وظيفة المناسل في الذكور و الإناث.

✓ يشارك البرولاكتين في تمدد الضرع ويعتبر الهرمون الرئيسي في بناء اللبن Lactogenesis.

✓ فى فترة ما قبل البلوغ مباشرة وبعد البلوغ يعمل البرولاكتين مع الأستروجين والبروجستيرون والكورتيزول وهرمون النمو على أكثار وتفرع قنوات الضرع.

✓ أثناء فترة الحمل يعمل البرولاكتين بالاشتراك مع الأستروجين والبروجستيرون على نمو الأسناخ الفصيصية Lobular alveoli التى ستقوم بإنتاج اللبن.

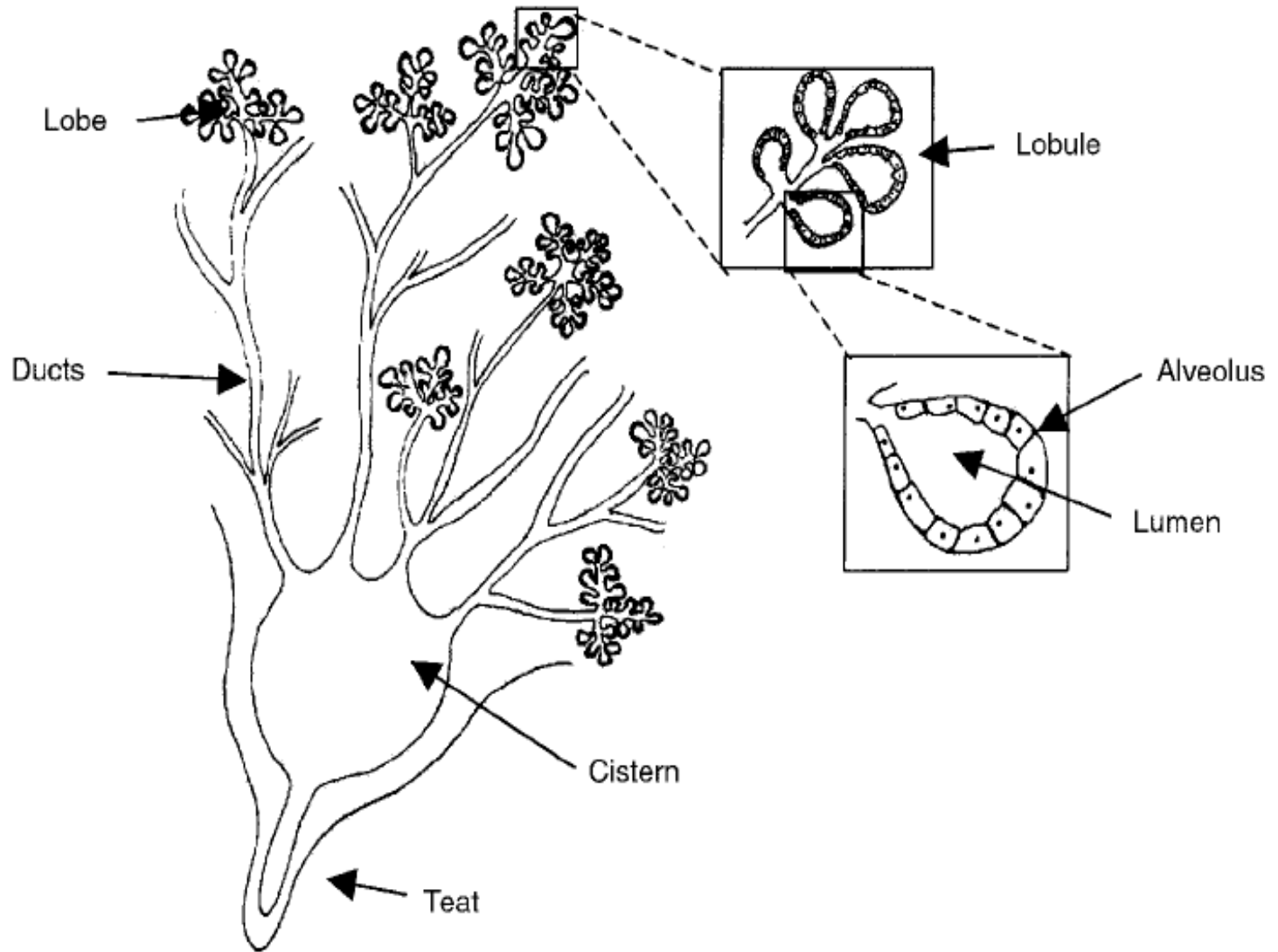


Fig. 4.1. Diagram of mammary gland structure.

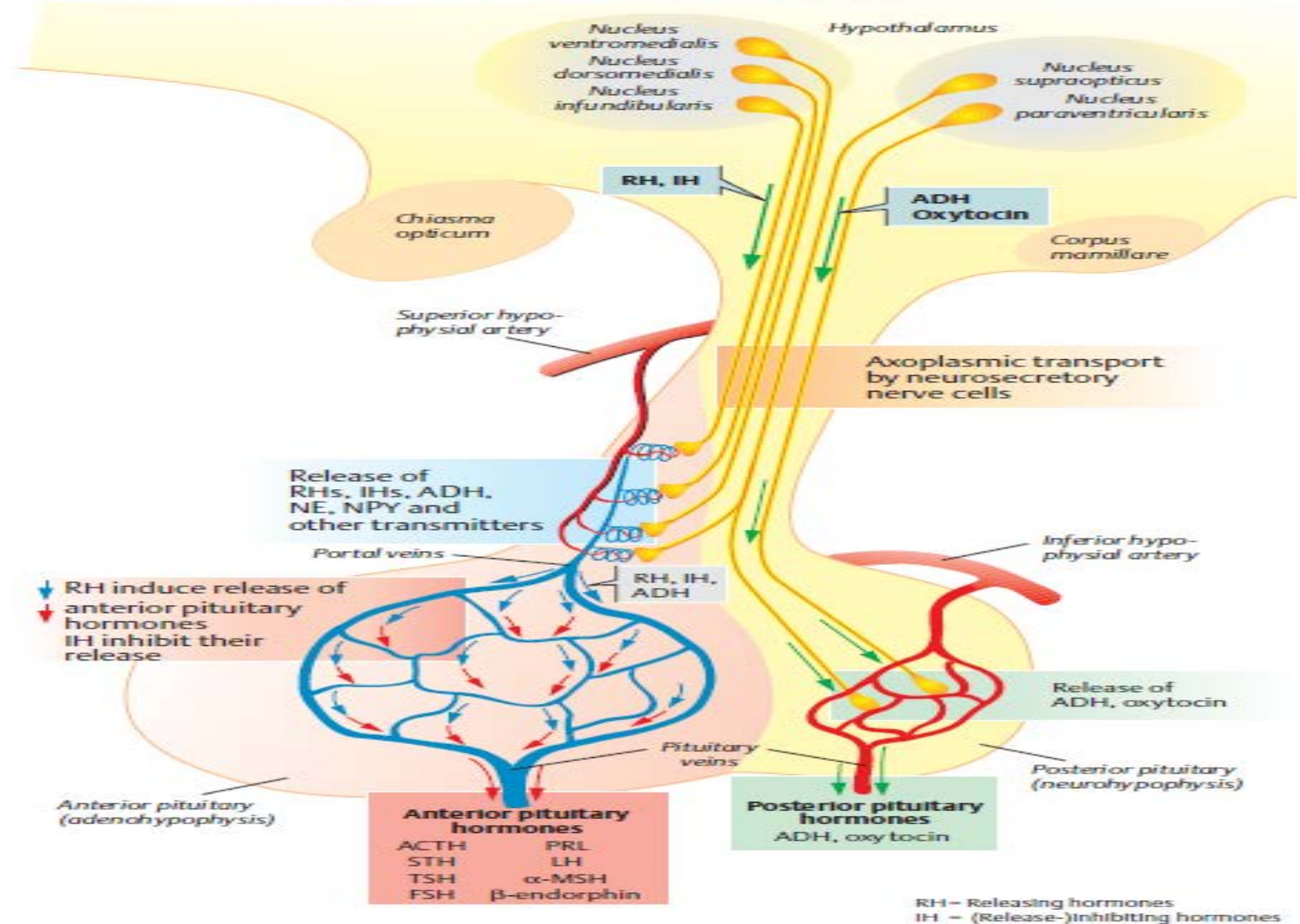
➤ التحكم في إفراز الهرمون:

- ✓ يتحكم الوطاء في إفراز الهرمون عن طريق العامل المثبط لتحرير البرولاكتين PRL-IH والذي يحافظ على مستوى منخفض للبرولاكتين في الدم.
- ✓ أثناء الحمل والرضاعة تزداد معدلات الأكتئاب لقلة إفراز الدوبامين.
- ✓ بنهاية الحمل والرضاعة ترجع معدلات البرولاكتين لمستوياتها المنخفضة.

النخامية العصبية Neurohypophysis

- عبارة عن مجموعة من الألياف لخلايا عصبية مفرزة تقع أجسامها في الوطاء.
- يتم بناء الهرمونات التي تفرزها النخامية العصبية في الخلايا العصبية للنواة فوق البصرية Supraoptic والنواة جار البطين Paraventriculus في الوطاء.
- تنتقل هذه الهرمونات عبر الألياف العصبية لتخزن في النخامية العصبية لتطرح منها عند الحاجة.

A. Hypothalamic-pituitary hormone secretion (schematic)



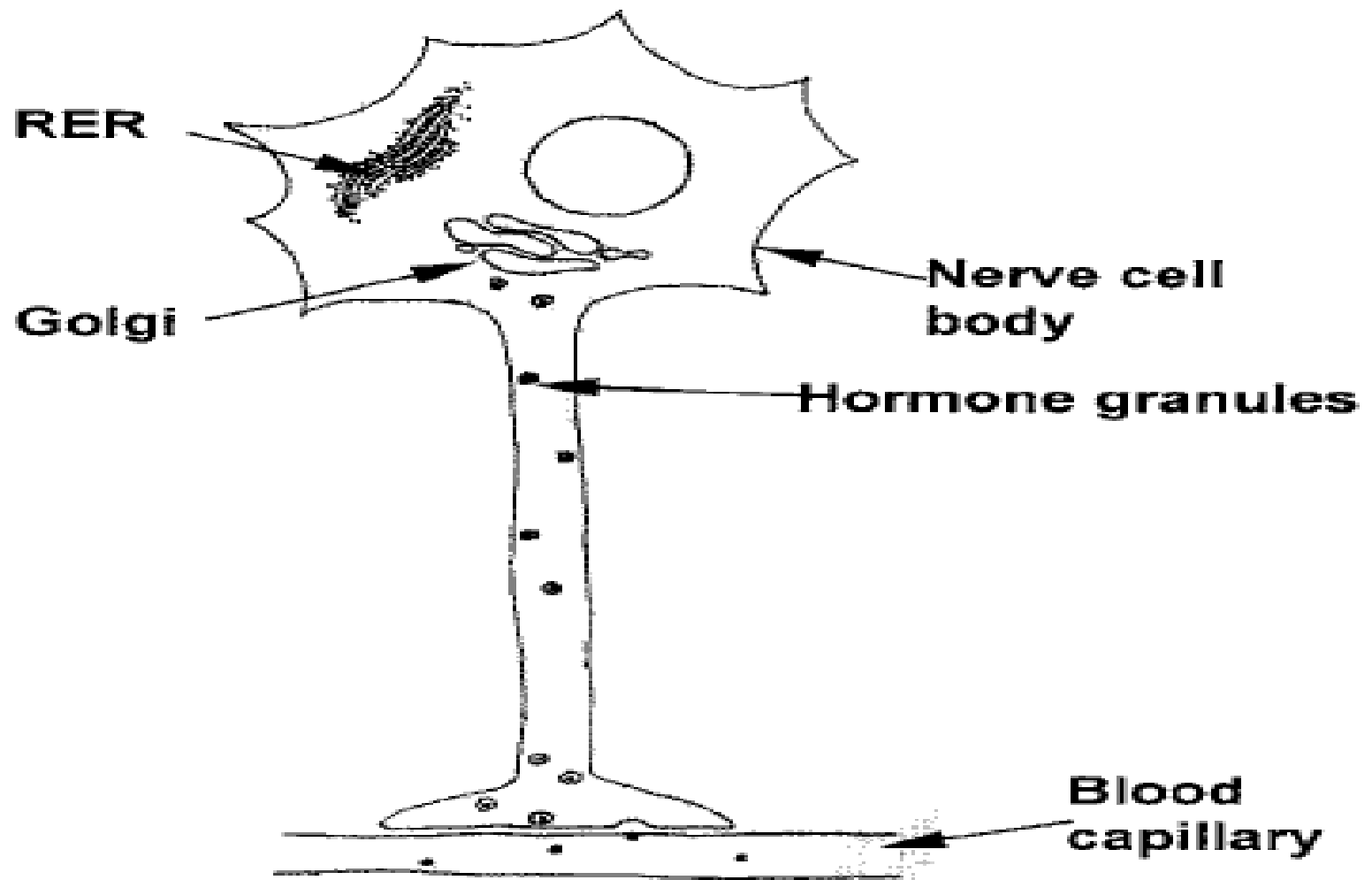


Fig. 1.38. Hormone production and axonal transport by nerve cells. RER, rough endoplasmic reticulum.

➤ تطرح النخامية العصبية نوعين من الهرمونات:

✓ الهرمون المحفز لانقباض الرحم Oxytocin.

✓ الهرمون المضاد للابالة, Antidiuretic hormone, ADH.

✓ يتشابه هذان الهرمونان من حيث التركيب الكيميائي (ببتيد تساعي Nanopeptide).

✓ كلا الهرمونين له تأثير على انزال اللبن وعلى انقباض الرحم والتقليل من الإبالة ولكن بدرجات متفاوتة.

✓ الأوكسيتوسين له قدرة أكبر على إثارة تقلص عضلات الرحم وعلى انزال اللبن.

✓ الهرمون المضاد للإبالة له قدرة أكبر على منع أدرار البول.

✓ يخزن الأوكسيتوسين متحدا مع بروتين Neurophysin I
بينما يخزن ADH متحدا مع بروتين Neurophysin II

✓ النواة فوق البصرية تنتج كميات كبيرة من ADH فيما تنتج النواة جار البطين كميات أكبر من Oxytocin.

الهرمون الحاث لأنقباض الرحم Oxytocin

➤ يتم بناء هذا الهرمون في نواة جار البطين (الوطاء) وي طرح من النخامية العصبية.

➤ تأثير الهرمون:

✓ يؤدي الى انقباض عضلات الرحم عندما يكون تحت تأثير الأستروجين (طور الشبق، نهاية الحمل) مما يساعد على انتقال نطفة الذكر Sperms الى أنبوتى الرحم عند الجماع Mating وعلى خروج الجنين وتوابعه عند الولادة Parturition.

✓ يؤدي الى انزال اللبن عن طريق منعكس انزال اللبن.

منعكس انزال اللبن :Milk ejection reflex

➤ عبارة عن منعكس عصبى هرمونى Neurohormonal reflex.

➤ امساك العجل بحلمة الضرع تؤدى الى نشوء اشارات عصبية تنتقل من الضرع الى نواة جار البطين ومن ثم الى النخامية العصبية لتحفز افراز هرمون الأوكسيتوسين.

➤ ينتقل الهرمون مع الدم الى الضرع ويؤدى الى تقلص الخلايا العضلية الطلائية Myoepithelial cells فى الضرع وبالتالي انزال اللبن.

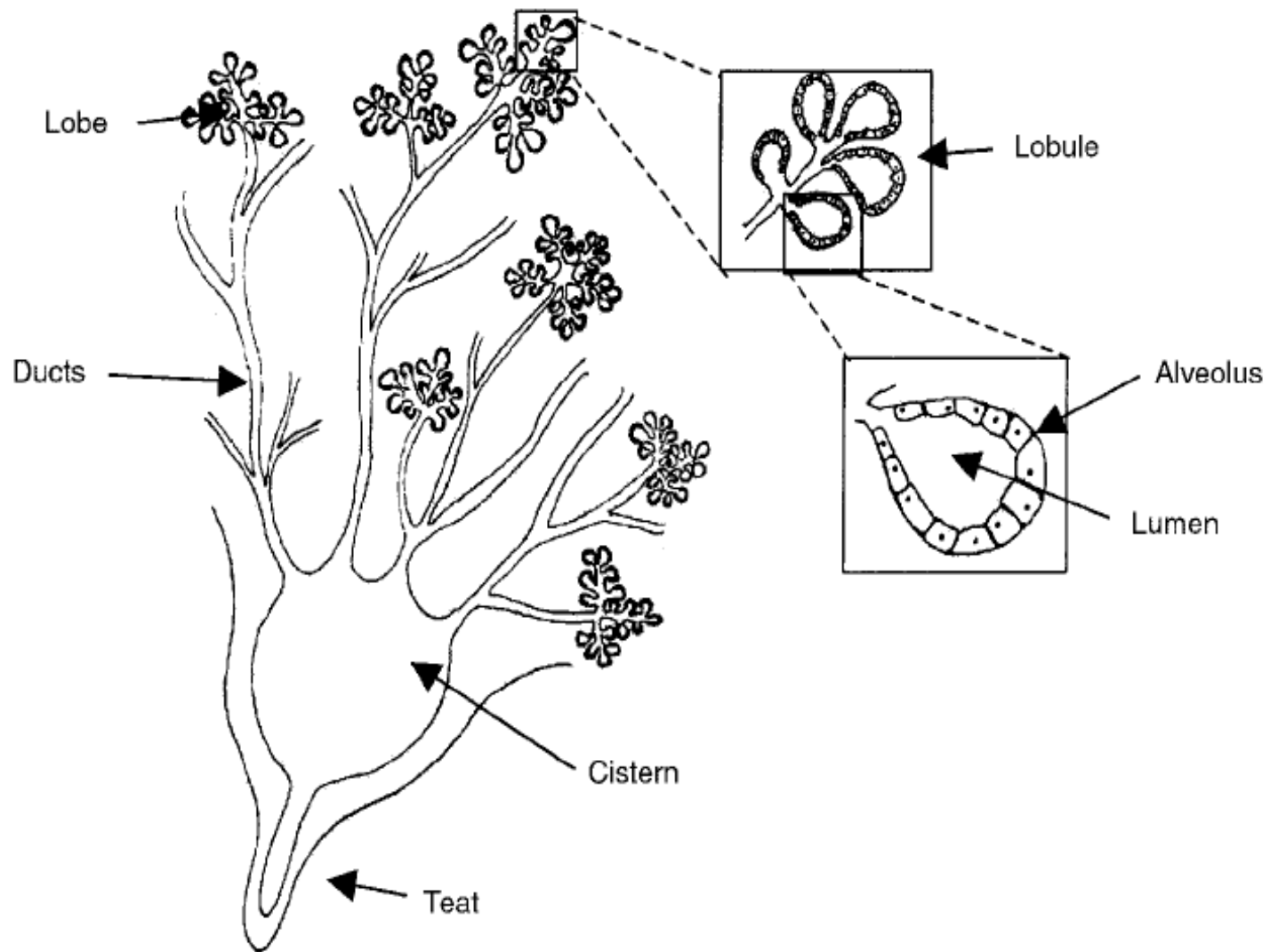
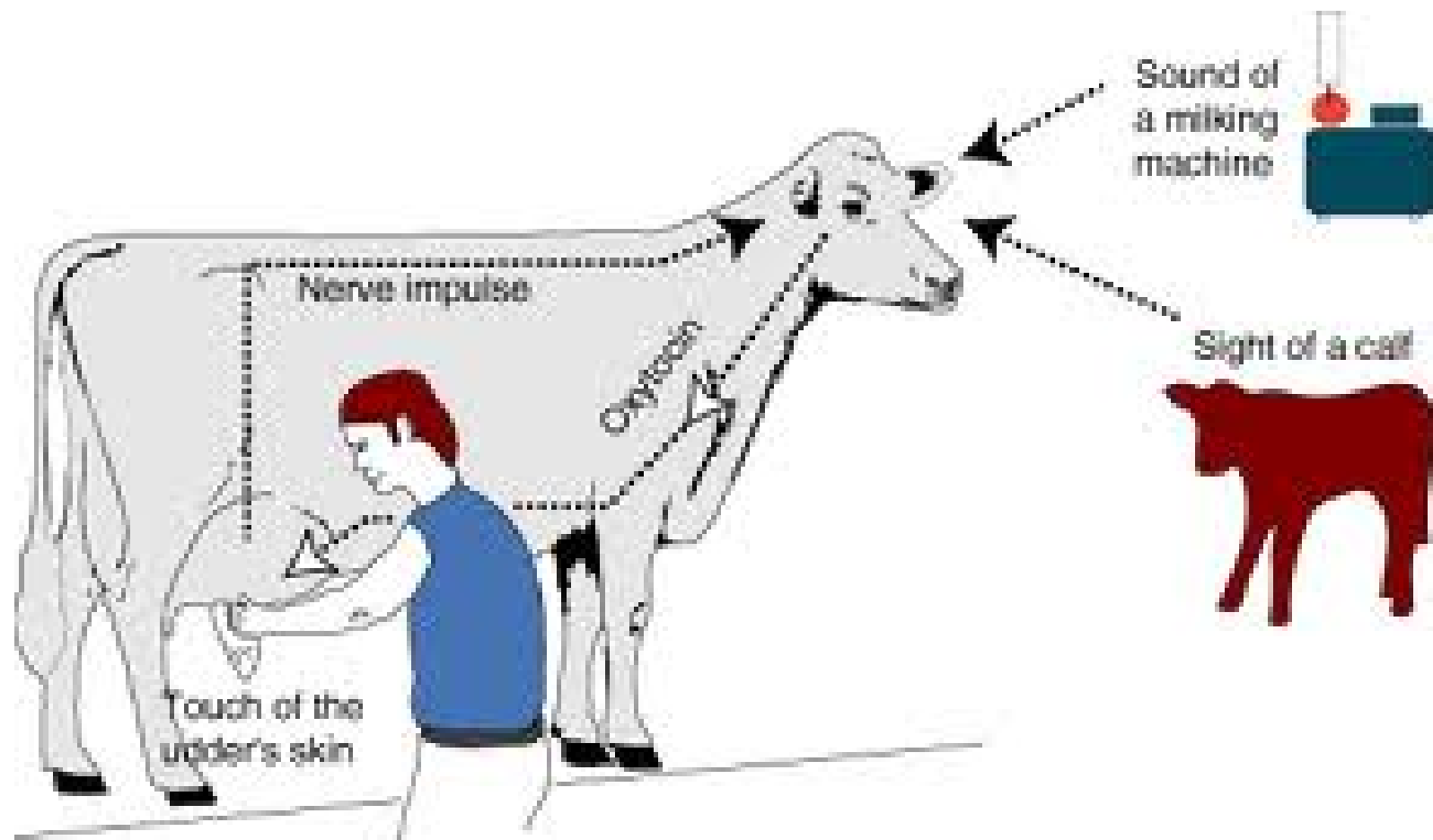


Fig. 4.1. Diagram of mammary gland structure.



الهرمون المضاد للأبالة ADH

➤ يتم بناء هذا الهرمون في النواة فوق البصرية Supraoptic للوطاء ويعرف أيضاً باسم الفاسوبرسين Vasopressin.

➤ تأثير الهرمون:

✓ وظيفته الأساسية هو التقليل من ادرار البول.

✓ يعمل هذا الهرمون أيضاً على تقبض الأوعية الدموية ورفع ضغط الدم.

✓ يحافظ هذا الهرمون على توازن الماء في جسم الحيوان.

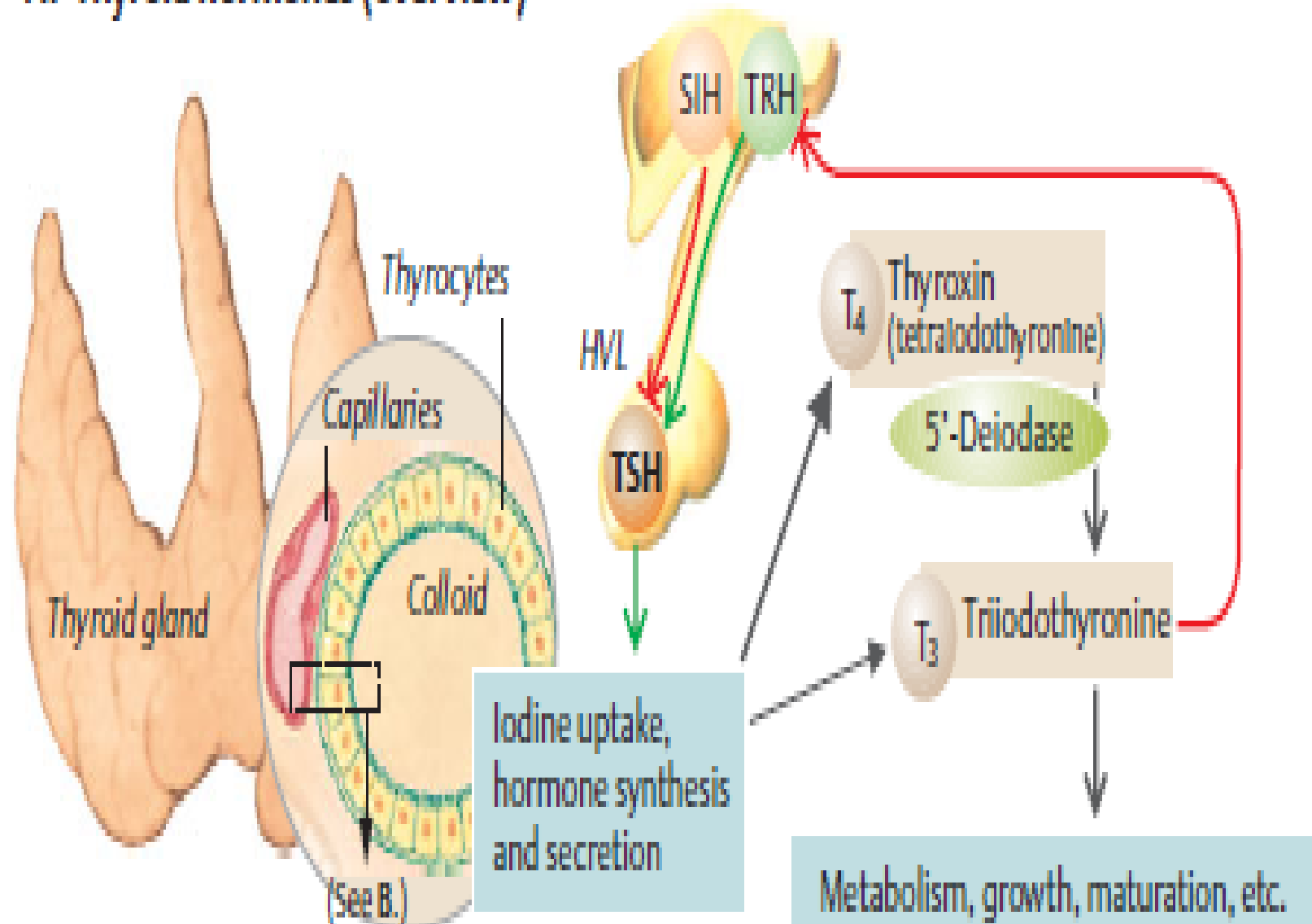
الغدة الدرقية Thyroid gland

➤ توجد في كل الفقاريات و لكنها تختلف من حيث الشكل وموضعها في الجسم.

➤ تتكون الغدة الدرقية من مجموعة من الحويصلات Follicles والتي تتكون من خلايا طلائية مزودة بخملات دقيقة تزداد طولاً وعدداً عندما تنشط الخلايا للافراز.

➤ يمتلئ تجويف الحويصلات بمادة غروية Colloid تحتوى على بروتين سكري تسمى غلوبولين الدرقية Thyroglobulin.

A. Thyroid hormones (overview)



➤ توجد بين الحويصلات خلايا تسمى جارات الحويصلات Para follicular أو خلايا ج C-cells.

➤ تعمل الخلايا الطلائية للغدة الدرقية على إنتاج، تخزين وإفراز هرمونات الأيض Metabolic hormones والتي تشمل Triiodothyronine, T_3 و Thyroxine, T_4

➤ تفرز الخلايا جارات الحويصلات هرمون الكالسيتونين Calcitonin والذي يعمل على تنظيم (تخفيض) مستوى الكالسيوم في الدم.

➤ الغدة الدرقية ضرورية لنمو وتطور الحيوان.

➤ الغدة الدرقية ضرورية لعملية التحول Metamorphosis في البرمائيات.

➤ هرمون الثيروكسين هو هرمون الأيض الرئيسي في الدم (٩٠%) فيما توجد T_3 بكميات قليلة نسبياً في الدم (١٠%).

➤ يتحول ٨٠% من T_4 إلى T_3 ونوع آخر غير فعال T_3 Reverse في الأنسجة.

➤ T_3 يوجد بكميات كبيرة في الأنسجة (ويعتبر هرمون الأيض النشط في الأنسجة).

➤ تؤثر هرمونات الأيض الدرقية وظيفيا في عملية التناسل
Reproduction كما يلي:

✓ فشل عملية التناسل تعتبر واحدة من أبرز الظواهر المترتبة
على قصور الدرقية Hypothyroidism.

✓ تزداد معدلات الإجهاض Abortion وولادة أجنة ضعيفة أو
ميتة في المناطق التي تعاني فيها الحيوانات من تضخم
الدرقية المتوطنة Endemic goiter.

✓ حالات القصور الخفيف في الدرقية تؤثر على سن البلوغ،
وتؤدي إلى اضطراب دورة الشبق Oestrous cycle
ونقص الخصوبة Fertility في الإناث.

✓ تعمل هرمونات الأيض الدرقية على إنتاج واکتار اللبن.

✓ استئصال الدرقية في الذكور يقلل من نمو الخصى، يعيق
إنتاج النطفة Semen ويقلل الرغبة الجنسية.

هرمون الكالسيتونين Calcitonin

- يفرز هذا الهرمون من الخلايا جار الحويصلية للغدة الدرقية.
- كيمياء الهرمون: عديد ببتيد Polypeptide
- التحكم في افراز الهرمون:
- ✓ السبب الرئيسي في افراز الهرمون هو ارتفاع مستوى الكالسيوم، وبدرجة أقل ارتفاع مستوى الماغنيسيوم في الدم وسوائل البدن.

➤ تأثير الهرمون:

✓ يخفض الكالسيتونين من مستوى الكالسيوم في الدم
hypocalcaemic كما يخفض أيضا من مستوى
الفوسفات في الدم.

✓ يثبط الهرمون من إعادة امتصاص الكالسيوم (عكس فعل
هرمونات جار الدرقية) والفوسفات (نفس فعل هرمونات جار
الدرقية) في الكلى وبالتالي يزيد من طرحهما في البول.

✓ يثبط الكالسيتونين نشاط هرمون فيتامين D_3 (1, 25
dihydroxy cholecalciferol) وامتصاص الكالسيوم
من الأمعاء بصورة غير مباشرة.

الغدة جار الدرقية Parathyroid gland

- تفرز هرمون جار الدرقية Parathormone, PTH والذي يعمل على تنظيم مستوى أيونات الكالسيوم والفوسفات في الدم وسوائل الجسم الأخرى.
- كيمياء الهرمون: عديد ببتيد Polypeptide
- تأثير هرمون الباراثورمون:
 - ✓ يرفع من مستوى الكالسيوم في الدم بالعمل على ٣ مواقع في الجسم وهي العظام والكلى والأمعاء الدقيقة.

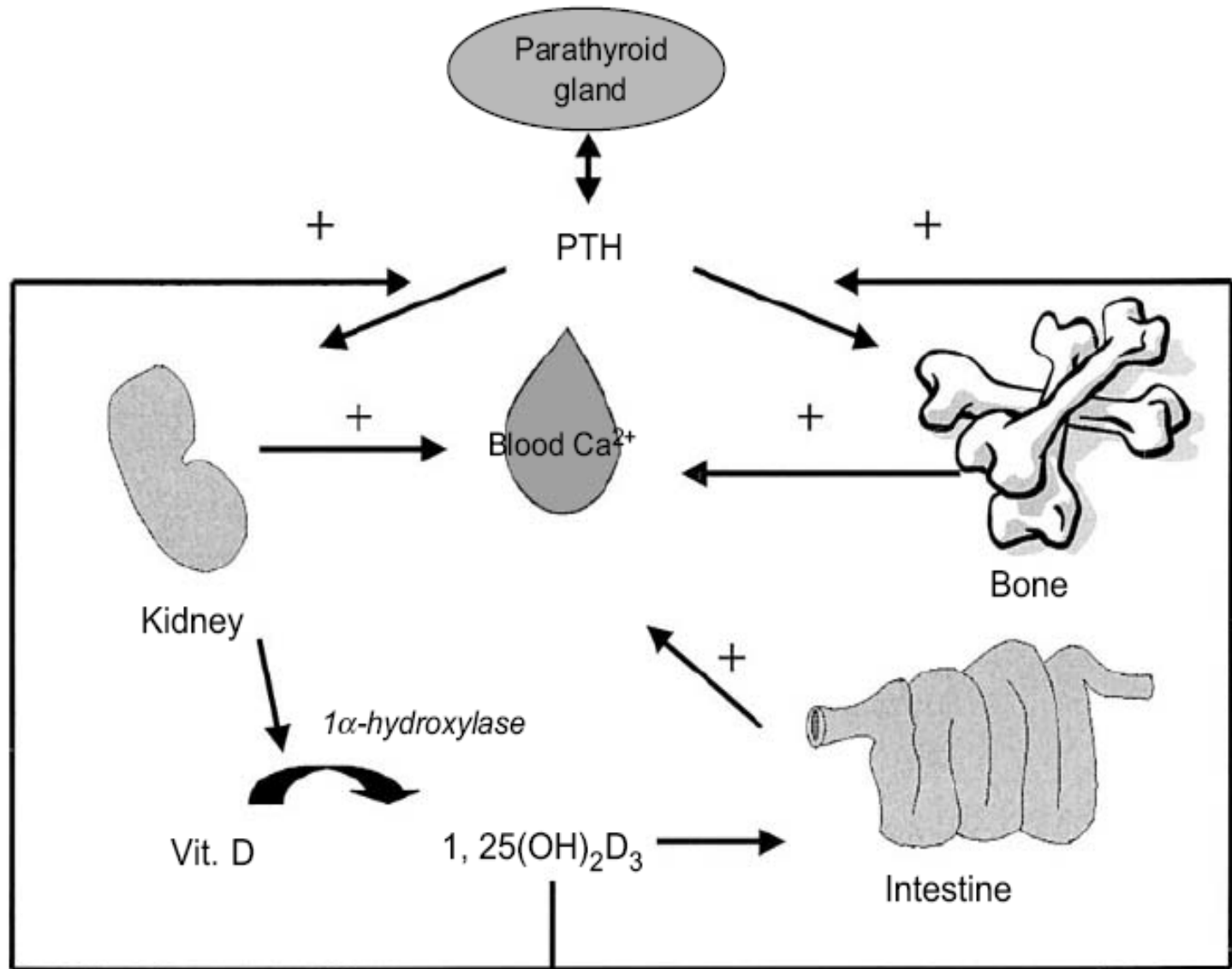
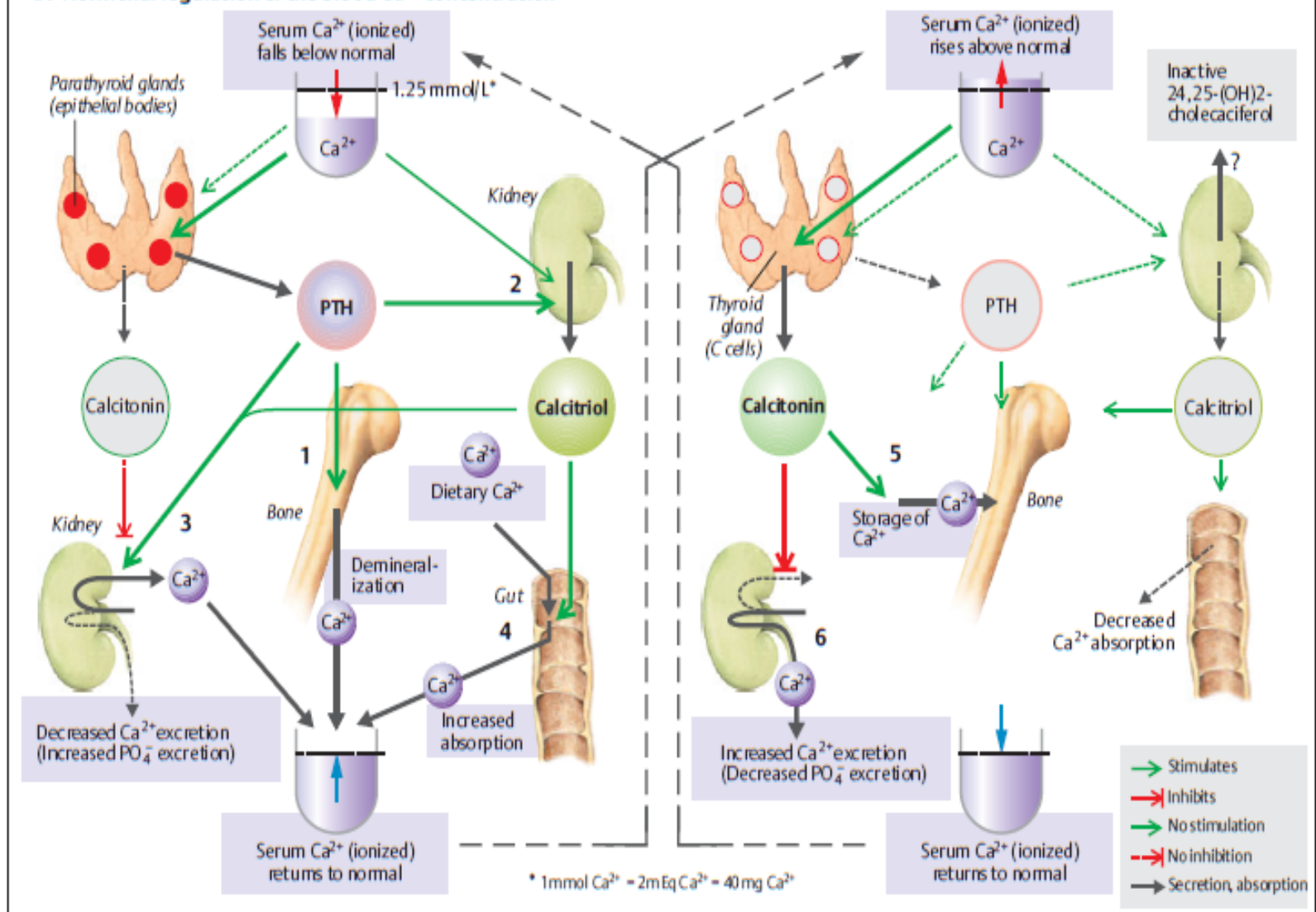
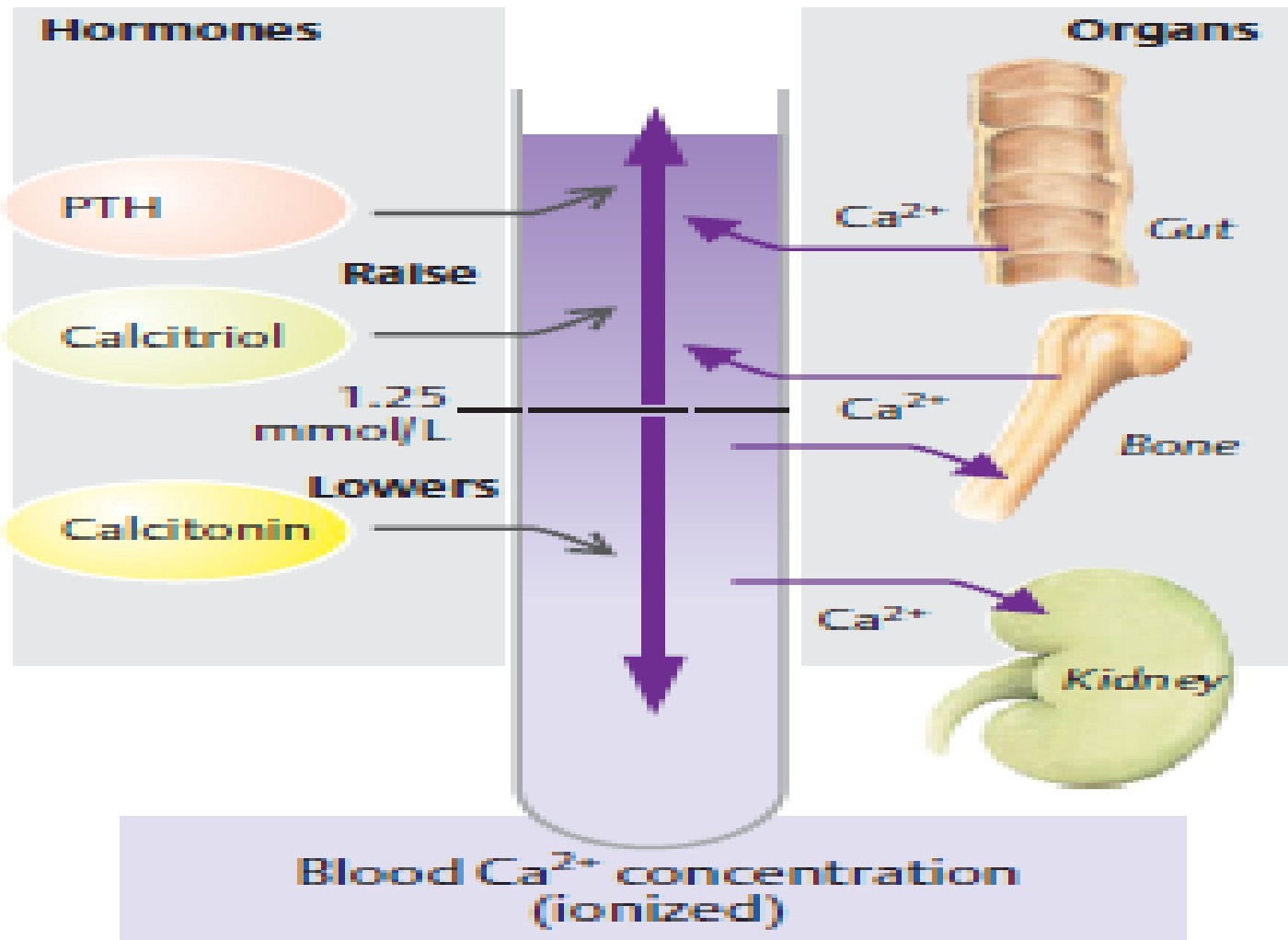


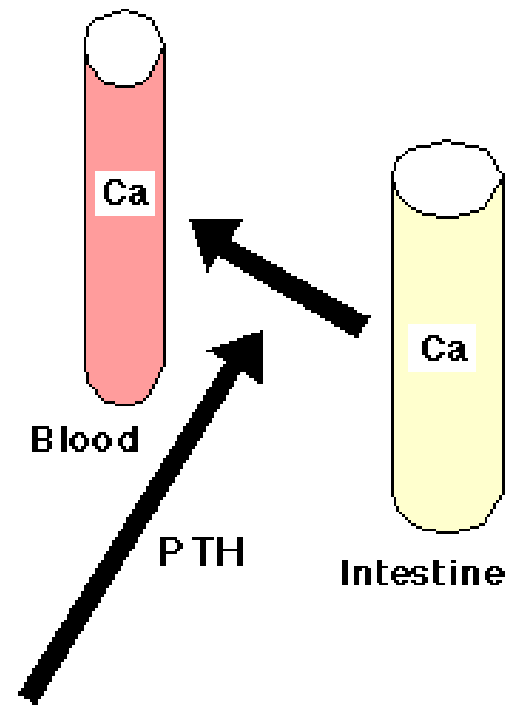
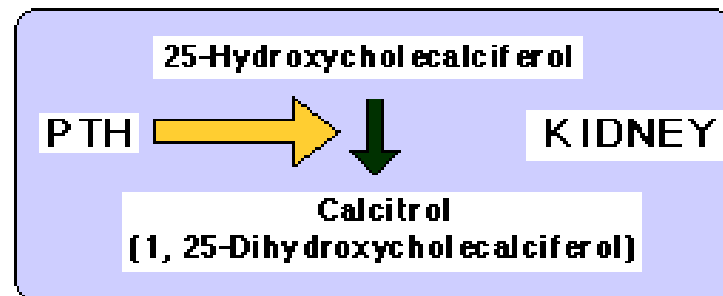
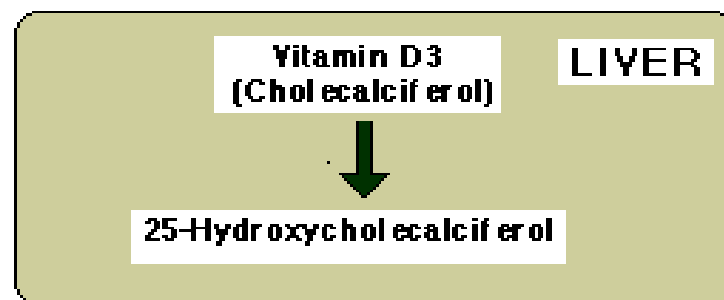
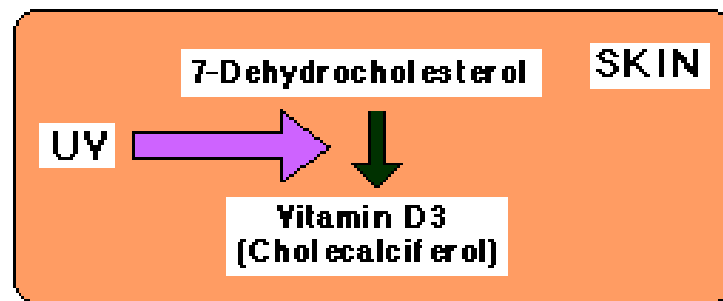
Fig. 4.4. Effect of parathyroid hormone and vitamin D on calcium metabolism.

D. Hormonal regulation of the blood Ca^{2+} concentration



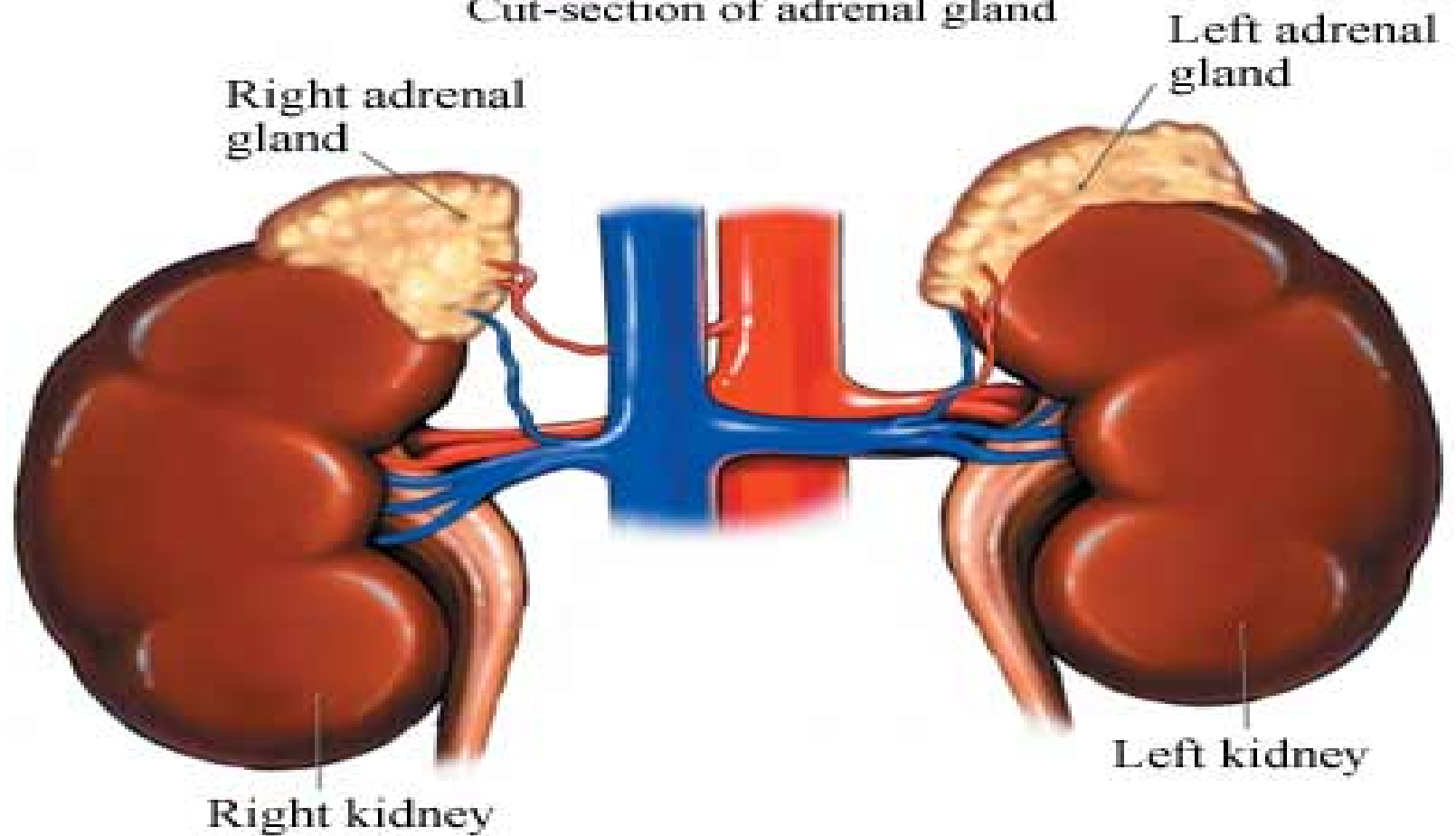
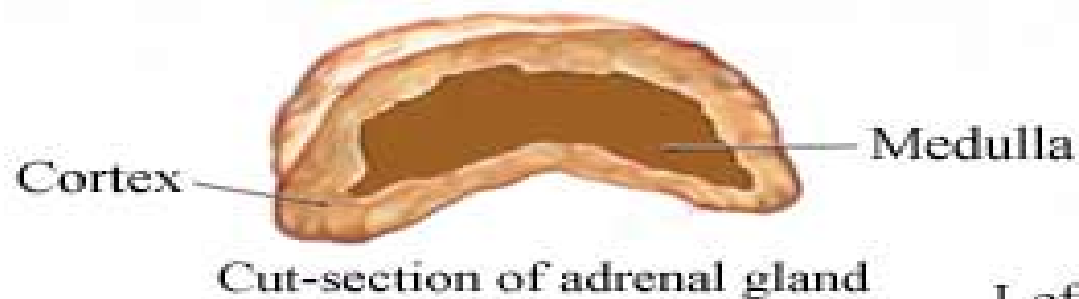
B. Factors affecting the blood Ca^{2+} concentration





الغدة الكظرية Adrenal gland

- تتكون غدة الكظر من القشرة Cortex والنخاع Medulla.
- قشرة الكظر ضرورية للحياة ولكن النخاع ليس كذلك.
- هرمونات القشرة استيررويدية Steroids التركيب بينما هرمونات النخاع أمينية التركيب وتسمى Chatecholamines، و لا توجد صلة وظيفية بين القشرة والنخاع.



نخاع الغدة الكظرية Adrenal medulla:

- يتكون النخاع من خلايا كرومافينية Chromaffin cells تعمل على بناء وإفراز هرموني الأدرينالين Adrenaline والنورأدرينالين Noradrenaline.
- إفراز الأدرينالين يكون عادة أكثر من إفراز النورأدرينالين في الثدييات البالغة.

➤ تأثير الهرمون:

✓ يرفع الأدرينالين من مستوى السكر في الدم
Hyperglycaemic بطريقتين:

i. زيادة تحلل الجليكوجين في الكبد Glycogenolysis.

ii. تحويل الجلايكوجين في العضلات الى حمض لبن Lactic acid والذي ينقل الى الكبد ليستخدم في بناء الجلوكوز.

قشرة غدة الكظر Adrenal cortex:

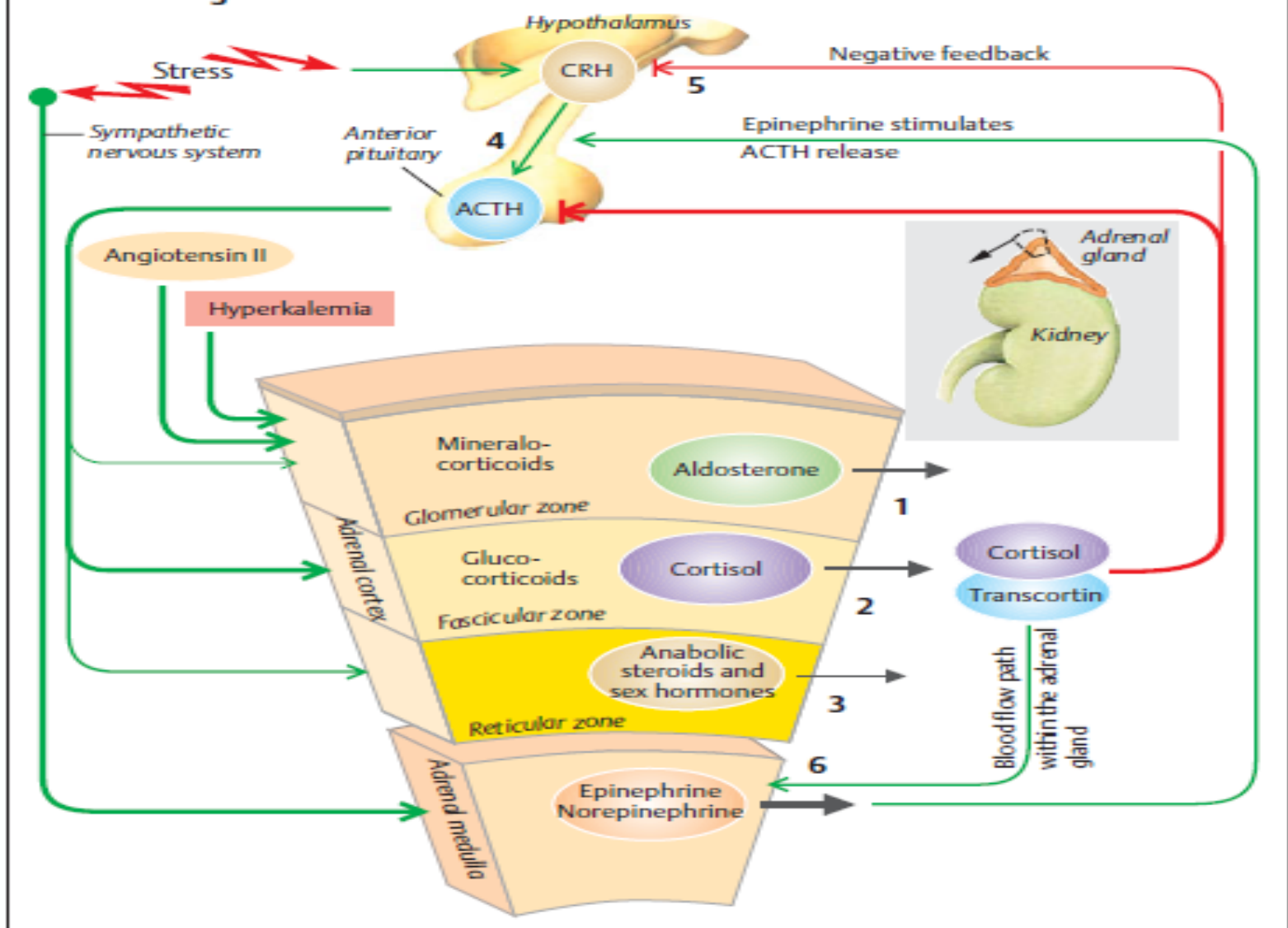
➤ تتكون قشرة الكظر من ثلاثة مناطق وهى:

✓ المنطقة الكبيبية Zona glomerulosa.

✓ المنطقة الحزمية Zona fasciculata.

✓ المنطقة الشبكية Zona reticularis.

A. Adrenal gland



هرمونات قشرة الكظر:

➤ هي عبارة عن هرمونات استرويدية Steroids، ويعتبر الكولسترول سليف Precursor الهرمونات الأسترويدية.

➤ تقسم هرمونات قشرة الكظر حسب وظائفها الى ثلاثة مجموعات:

✓ قشرانيات سكرية Glucocorticoids و لها فعالية في استقلاب السكر والبروتينات والدهون أهمها الكورتيزول.

✓ قشرانيات معدنية Mineralocorticoids ولها فعالية في أيض المعادن أهمها الألدوستيرون.

✓ استيرويدات الجنس Sex steroids وهى ذات نشاط
أندروجينى Androgenic واستروجينى oestrogenic.

➤ ينتج هرمون الألدوستيرون من المنطقة الكبيبية، فيما تنتج
بقية هرمونات قشرة الكظر من المنطقتين الحزمية والشبكية.

➤ تأثير القشرانيات المعدنية:

✓ في غياب القشرانيات المعدنية يرتفع تركيز أيونات البوتاسيوم في السائل خارج الخلايا ECF فيما ينخفض تركيز كل من أيونات الصوديوم والكلور.

✓ يؤدي ذلك الى نقص حجم الدم والسائل خارج الخلايا وانخفاض الناتج القلبي COP ويتدهور حال الحيوان الى ما يشبه الصدمة الدورانية Circulatory shock مما يؤدي الى نفوق الحيوان.

➤ تأثير القشرانيات السكرية:

✓ التأثير على استهلاك الكربوهيدرات:

- i. تحفيز استحداث السكر Gluconeogenesis وتحريك الأحماض الأمينية من الأنسجة (عدا الكبد) خصوصا العضلات.
- ii. تقليل استهلاك الخلايا للجلوكوز.
- iii. الزيادة في استحداث السكر والتقليل من استهلاكه يسبب ارتفاعا في مستوى الجلوكوز في الدم.

✓ التأثير على استقلاب البروتين:

i. يقلل من مخزون البروتين في كل خلايا الجسم عدا الكبد وذلك من خلال تثبيط دخول الأحماض الأمينية وبناء البروتين في الخلية.

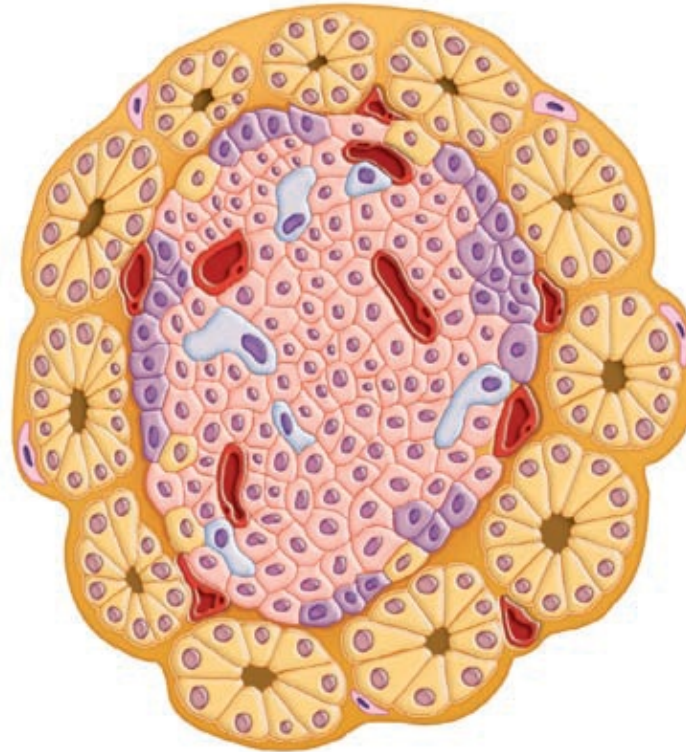
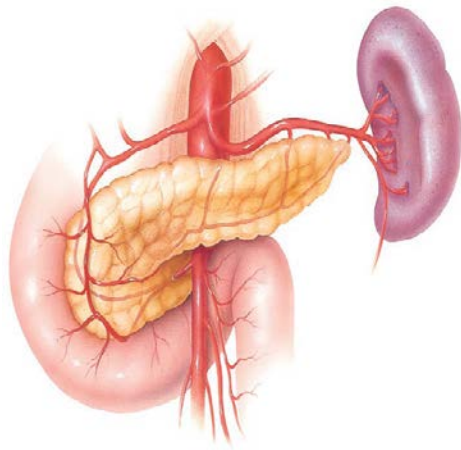
ii. تحفيز هدم البروتين في الخلية (تحريك الأحماض الأمينية من الأنسجة).

✓ التأثير على استقلاب الدهون:

i. يحفز تحريك الأحماض الدهنية من الشحم Lipolysis مما يزيد من مستوى الأحماض الدهنية الحرة في البلازما، كما يزيد من استخدامها كمصدر للطاقة.

البنكرياس Pancreas

- البنكرياس غدة خليطة Mixed gland ذات افراز خارجي Exocrine وداخلي Endocrine.
- الأنسجة العنقودية Acinar ذات افراز خارجي وتفرز عصارة هضمية غنية بالانزيمات في العفج Duodenum.
- خلايا جزر لانجرهانس Islets of Langerhans داخلية الافراز (غدة صماء) وتفرز هرمونات البنكرياس.



Blood capillary
Exocrine acini
Alpha cell
(secretes glucagon)
Beta cell
(secretes insulin)
Delta cell
(secretes somatostatin)
F cell (secretes
pancreatic polypeptide)

➤ توجد أربعة انواع من الخلايا الصم فى جزيرات Islets of Langerhans البنكرياس هى:

✓ خلايا ألفا α -cells تفرز هرمون الغلوكاغون Glucagon.

✓ خلايا بيتا β -cells تفرز هرمون الانسيولين Insulin.

✓ خلايا دلتا δ -cells تفرز هرمون السوماتوستاتين Somatostatin.

✓ خلايا ف F-cells تفرز عديد الببتيد البنكرياسى Pancreatic polypeptide.

➤ خلايا بيتا هى الأكثر شيوعا (٧٥%) وتحتوى جزيرات لانجرهانز على كميات كبيرة من الزنك متحدة مع الأنسيولين.

➤ كيمياء هرمون الأنسيولين:

✓ الأنسيولين عبارة عن عديد ببتيد يتكون من سلسلتين (أ) و (ب).

➤ تأثير الأنسيولين:

✓ خفض مستوى الجلوكوز في الدم Hypoglycemic effect.

✓ للأنسيولين دور هام في تنظيم استقلاب البروتينات والدهون مما يعزز تكوين واختزان المواد الضرورية للنمو Anabolic effect.

الجلوكاغون Glucagon

➤ يفرز هرمون الجلوكاغون اساسا من خلايا ألفا البنكرياسية، كما يفرز بكميات قليلة من القناة الهضمية وفي أجزاء أخرى من الجسم مثل دماغ الثدييات (ناقل عصبى).

➤ **كيمياء الهرمون:**

✓ عديد ببتيد يتكون من ٢٩ حمض أمينى فى سلسلة مفردة ويشبه فى تركيبه هرمونات الأمعاء.

➤ تأثير الجلوكاقون:

- ✓ يزيد من تحلل الجلايكوجين ويؤدي الى تحريك سريع للجلوكوز من الكبد.
- ✓ تحريك الأحماض الدهنية من النسيج الشحمي.
- ✓ في حالات الكرب Stress يحفز افراز الجلوكاقون و يثبط افراز الأنسيولين.

سوماتوستاتين Somatostatin

➤ عديد ببتيدي يفرز من خلايا دلتا البنكرياسية.

➤ تأثير سوماتوستاتين:

✓ يثبط افراز هرموني الجلوكاغون والأنسيولين، وعليه فانه يعمل كمنظم داخلي لافراز هذين الهرمونين من جزيرات البنكرياس.

✓ يثبط السوماتوستاتين افراز هرمونات القناة الهضمية، افرازات البنكرياس الخارجية، افراز الحمض المعدى، الحركة المعدية المعوية وامتصاص الجلوكوز مما يبطىء من دخول المواد الغذائية فى الدورة الدموية.

✓ يلطف من تأثير الأنسيولين والجلوكاغون وهرمون النمو وقد يعمل كناقل عصبى فى الدماغ.

الغدة الصنوبرية Pineal gland

- جسم صغير يوجد فوق الجزء الظهري من الأجسام الرباعية العلوية Dorsal aspect of superior quadrigeminal bodies الثالث للدماغ Third ventricle يتصل بالبطين بها وتجويف
- تفرز الغدة الصنوبرية هرمون الملاتونين Melatonin.
- تلعب الغدة الصنوبرية دورا مهما في تنظيم الوظيفة الجنسية و التناسلية في الحيوان.

➤ يتحكم كمية الضوء التي تقع على العين في نشاط الغدة الصنوبرية.

➤ تنقل الإشارات الضوئية من العين عبر نواة فوق التصالب Suprachiasmal nucleus الى الوطاء ومنها الى الغدة الصنوبرية لتثبط افراز الملاتونين Melatonin.

➤ ينتقل الملاتونين عن طريق الدم أو من خلال البطين الثالث الى النخامية الغدية حيث يثبط أو يثبط من افراز الهرمونات المنشطة للمناسل مما يؤدي الى ضمور أو نشاط المناسل (اشهر الشتاء التي يطول فيها الظلام).

➤ في الطيور ينخفض بناء الملاتونين المثبط لافراز الهرمون المنشط للمناسل باطالة اليوم الضوئي وتبعاً لذلك يسرع نمو أعضاء التناسل والنضوج الجنسي.

التنظيم الحراري Thermoregulation

➤ تنقسم الحيوانات من حيث علاقة درجة حرارة جسمها بدرجة حرارة البيئة أى بقدرتها على تنظيم درجة حرارة جسمها إلى قسمين هما:

✓ الحيوانات ذات الدم البارد (Cold-blooded animal)،
وهي الحيوانات التي:

❖ تغير درجة حرارة جسمها تبعاً لتغير درجة حرارة البيئة الخارجية مثل الحيوانات الأولية واللافقاريات (الأسماك).

❖ ترتفع درجة حرارة الجسم وتنشط العمليات البيولوجية عند إرتفاع درجة حرارة البيئة المحيطة بالحيوان، وتنخفض حرارة الجسم ويقل النشاط البيولوجي وبعضها يدخل في بيات شتوى Hibernation وعند إنخفاض درجة حرارة البيئة.

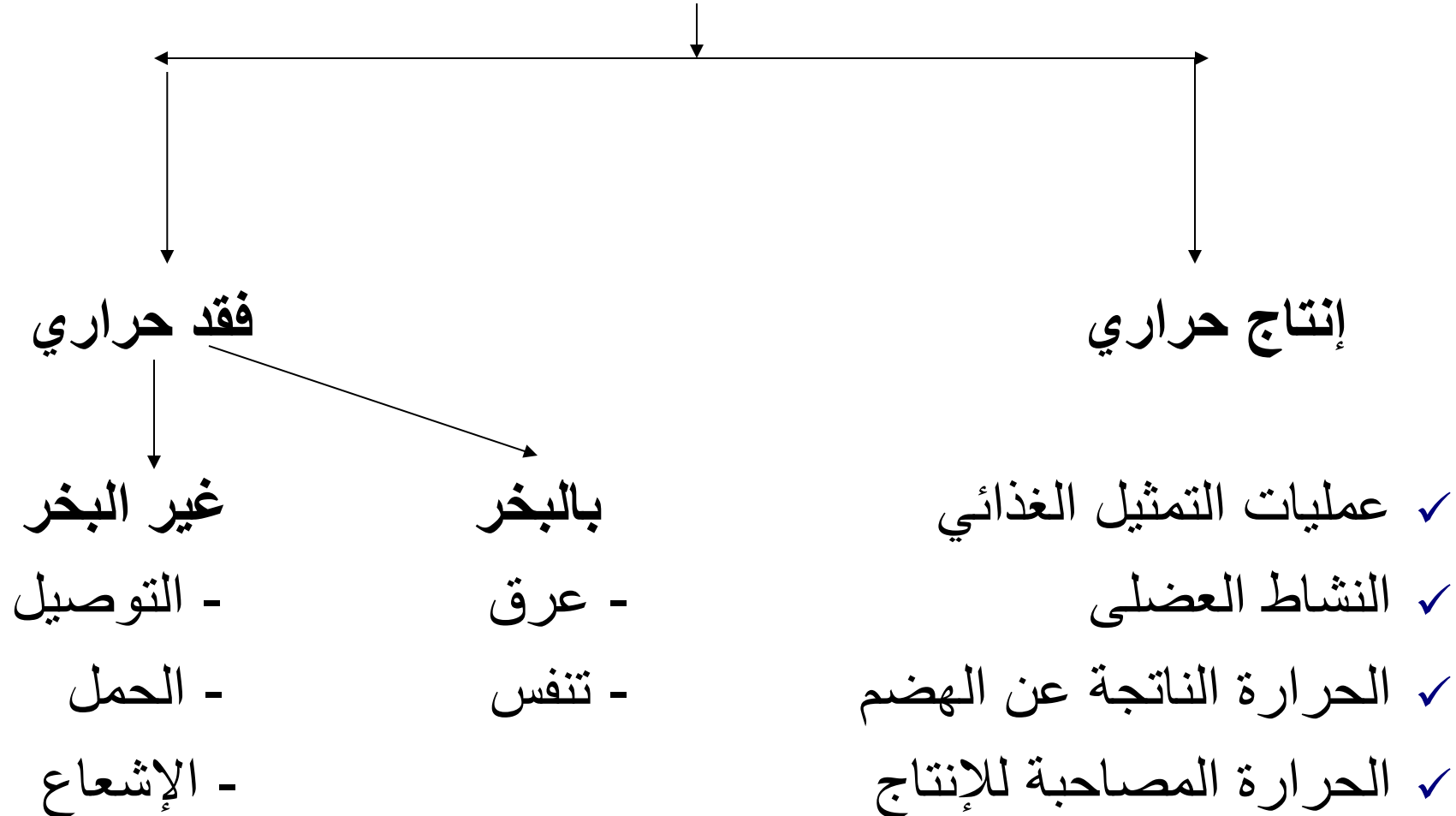
✓ الحيوانات ذات الدم الحار (Warm-blooded animals) وهي الحيوانات التي:

❖ تحافظ على درجة حرارة جسمها ثابتة تقريباً ومستقلة عن حرارة البيئة الخارجية فلا تتغير بتغيرها.

❖ تضم الثدييات والطيور، فعند إرتفاع حرارة البيئة تقوم هذه الحيوانات بالتخلص من الحرارة عن طريق التنفس أو العرق أو غيره.

❖ كما أن بعض الحيوانات تقلل حركاتها وتسكن Torpor خلال ساعات إرتفاع الحرارة وتتحرك خلال الليل أو يمكن أن يحدث لها ما يسمى البيات الصيفى Estivation.

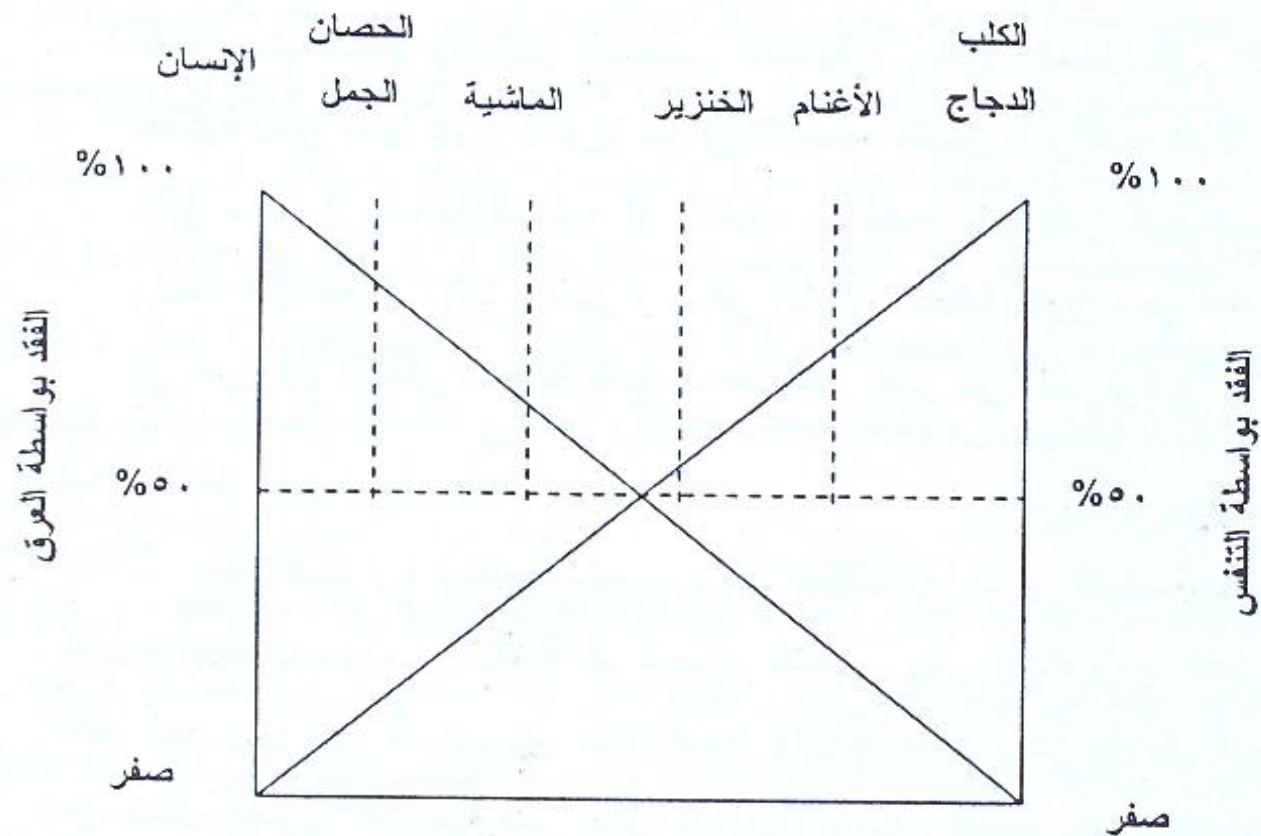
Heat Balance الإيزان الحراري



فقد الحرارة بالبخر:Evaporative heat loss

➤ وتنقسم الحيوانات بالنسبة لطريقة الفقد الحرارى بالبخر إلى ثلاثة مجموعات:

- i. حيوانات تعرق Sweating animals: وهى التى تفقد حرارتها عن طريق بخر العرق من سطح الجلد الذى يحتوي غدد عرقية نشطة مثل الإنسان والجمال والحصان.
- ii. حيوانات تلهث أو تنهج Panting animals: وهى فقيرة أو عديمة الغدد العرقية وتفقد حرارتها عن طريق بخر الماء من سطح الجهاز التنفسى مثل الكلب والدجاج والأرانب.
- iii. حيوانات تعرق وتلهث: وهى تفقد حرارتها عن طريق بخر الماء من الغدد العرقية الجلدية ومن بخر الماء بالجهاز التنفسى مثل الماشية والأغنام والخنزير.

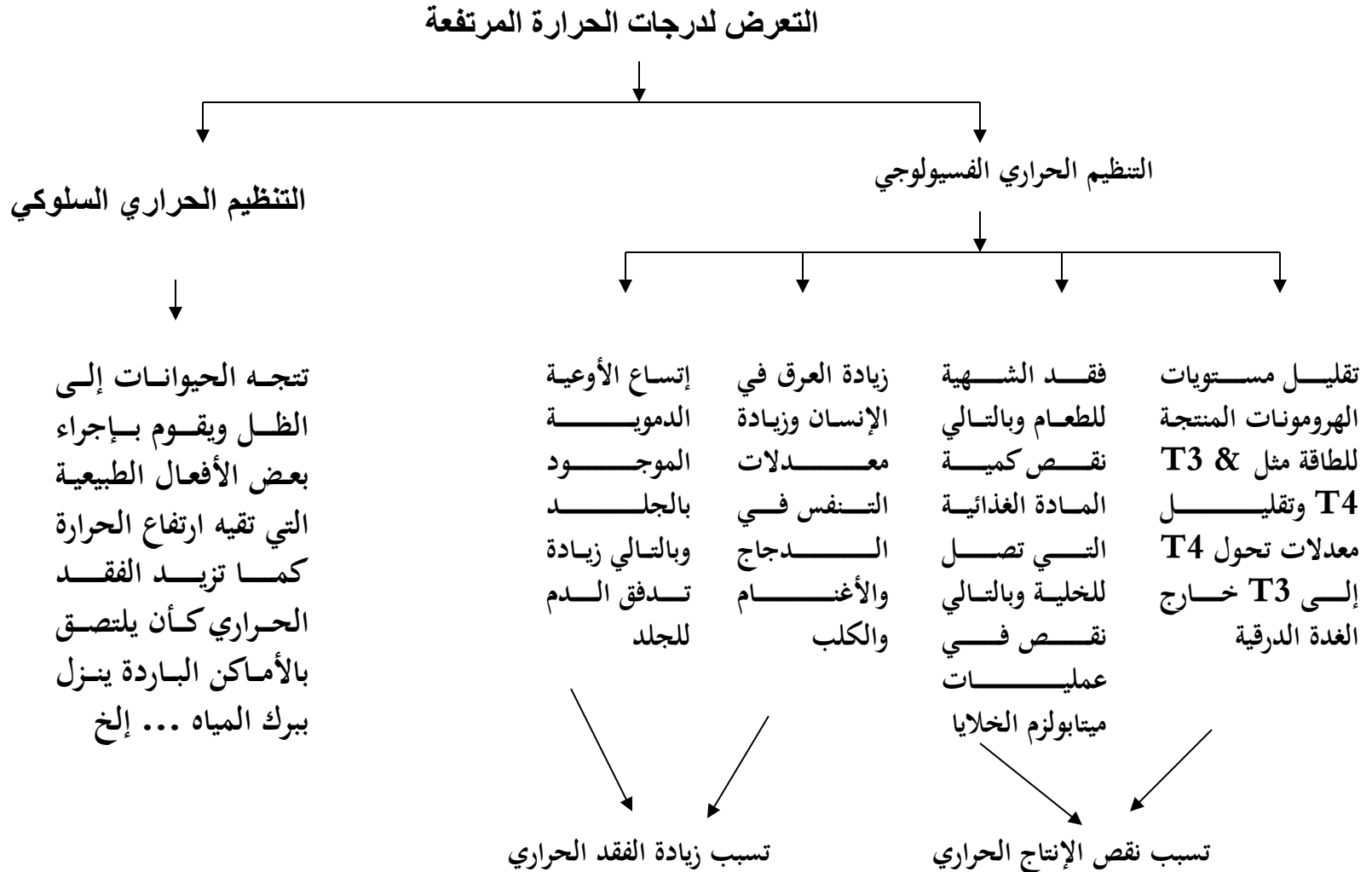


شكل ٣-١١ : توزيع الحيوانات حسب قدرتها علي فقد الحرارة بالبخار العرقي أو التنفسي (النهجان) .

فقد الحرارة بطريق غير البخر Non evaporative heat loss:

- هناك ثلاثة وسائل لفقد الحرارة عن طريق غير البخر بين الكائن الحي والبيئة الخارجية هذه الوسائل هي الإشعاع والحمل والتوصيل.
- الحمل يمكن للحيوان أن يتحكم بها فسيولوجيا.
- التوصيل والإشعاع يتحكم بهما الحيوان بطريقة غير مباشرة.
- الإشعاع والحمل والتوصيل تعتمد على التدرج الحرارى.
- يتم عندما تكون درجة حرارة البيئة أقل من حرارة الجسم، حيث أنه مع إرتفاع حرارة البيئة يزيد دور البخر فى الفقد الحرارى.

التنظيم الحراري عند التعرض للحر



التنظيم الحراري Thermoregulation

- تتعاون جميع أجهزة الجسم الحيوية للوصول لحالة الركود الذاتي (Homeostasis) أي ثبات الوسط الداخلي (البيئة الداخلية) لجسم الكائن الحي.
- ويتم ذلك من خلال نظم المورد الرجعي (- أو +) والتي تشمل الجهاز العصبي والهرموني، حيث يتم تنظيم الوظائف المختلفة لأعضاء وأجهزة الجسم وإحداث نوع من الإستجابة لمتغيرات البيئة الخارجية بطريقة تمنع أى تغيير كبير فى البيئة الداخلية للجسم.
- تنظيم درجة حرارة جسم الحيوان من أفضل الأمثلة للتعرف على نظم حفظ وصيانة ثبات البيئة الداخلية للحيوان Homeostasis.

آلية تنظيم درجة حرارة الجسم:

الشعور بالحرارة البيئية وتنظيم درجة حرارة الجسم يتم بواسطة تعاون كل من:

- مستقبلات الجسم الحسية السطحية.
- مركز تنظيم درجة الحرارة بالجهاز العصبي المركزي.
- أجهزة التنظيم الحراري.

حرارة الجسم :Body Temperature

- درجة حرارة جسم الحيوانات الثديية تتراوح فيما بين ٣٦-٤٠°م وفى الطيور تتراوح فيما بين ٤٠-٤٣°م.
- هناك عدة عوامل أخرى تؤثر على حرارة الجسم منها:
 - ✓ العمر يؤثر على حرارة الجسم حيث أن الجنين حرارته أعلى من الأم والحيوانات عقب الولادة وهى صغيرة تكون حرارة جسمها أعلى بمقدار ٠,٥ - ١°م عن الحيوانات الناضجة.
 - ✓ الجنس يؤثر على درجة الحرارة حيث ان الإناث خلال فترة الشيع أو عند التبويض وعند نهاية الحمل تزداد درجة حرارتها بحوالى ٠,٥°م.

✓ النشاط العضلي يرفع من درجة حرارة الجسم بحوالى 2°م ، أما الحيوانات التى تعرق عند العمل مثل الخيول والحمير فإن معدل الإرتفاع يكون $1,2^{\circ}\text{م}$.

✓ عملية تناول وهضم الغذاء ترتفع درجة الحرارة بمقدار $0,2 - 0,8^{\circ}\text{م}$. فيما يؤدي شرب الماء البارد لخفض درجة حرارة الجسم بمقدار $0,3 - 0,5^{\circ}\text{م}$.

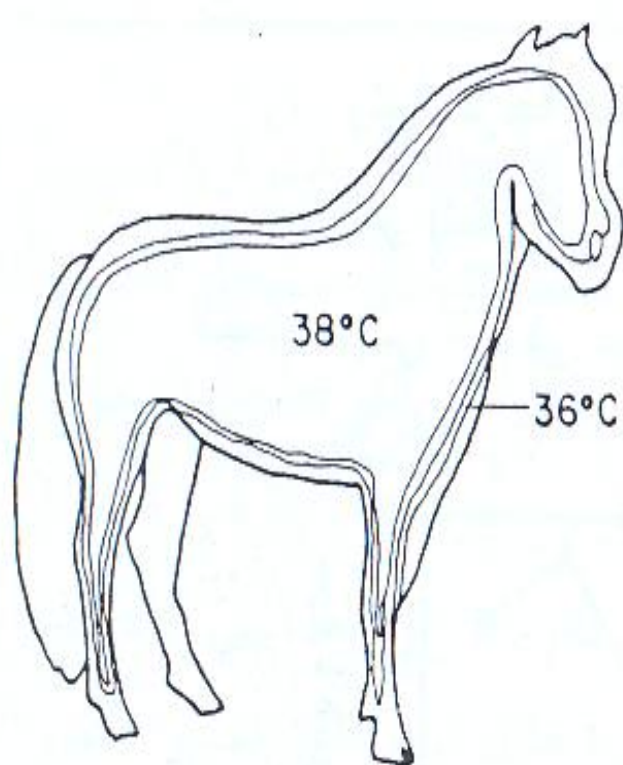
➤ هناك إختلافات دورية أو يومية Diurnal variations فى درجة حرارة الجسم مرتبطة بنوم أو نشاط الحيوان. ففي الحيوانات التى تنشط بالنهار سجلت أقصى حرارة بعد الظهر وأقلها فى الصباح فى حين أنه فى الحيوانات التى تنشط ليلاً يحدث العكس.

➤ تميل درجة الحرارة لأن تتبع التغيرات الموسمية Seasonal variations لحرارة الجو. فإن الإرتفاع الكبير فى درجة حرارة البيئة يرفع حرارة الجسم بحوالى 2°C ، فى حين أن تعرض الحيوانات للبرد الشديد يؤدي لنتائج عكسية ولكن بمعدل أقل.

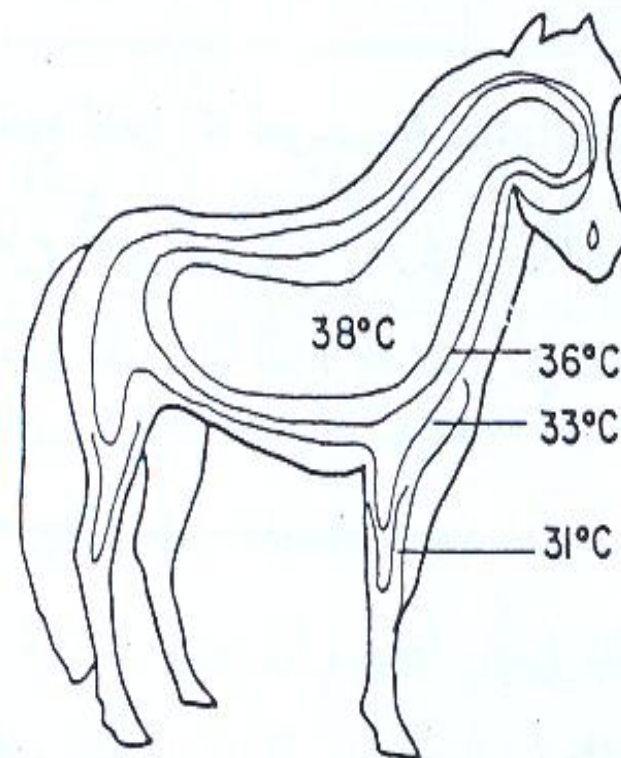
➤ درجة حرارة الجسم تختلف فيما بين أعضائه المختلفة، حيث يوجد تدرج حرارى temperature gradient من لب Core دافئ يشمل المخ والأعضاء الموجودة فى القفص الصدرى والبطن وتقل درجة الحرارة باتجاه السطح الخارجى للجسم.

➤ هناك إختلاف فى درجات حرارة بعض الأعضاء الداخلية:
✓ الكبد تزيد درجة حرارتها بمقدار 2°C عن حرارة المستقيم.
✓ حرارة المخ تزيد عن درجة حرارة الدم الشريانى السباتى Carotid artery.

✓ حرارة الكرش تزيد عن درجة حرارة المستقيم بحوالى 2°C .



دافئة



باردة

شكل ٣-٦ : التدرج الحراري في درجة حرارة أجزاء جسم الحصان الموجود في حظيرة دافئة (اليسار) أو في بيئة باردة (اليمين) .

قياس درجة حرارة الجسم:

➤ تعتمد دراسة التنظيم الحراري، معدل التمثيل، الفقد الحراري، الإنتاج الحراري أساساً على قياس درجة حرارة جسم الحيوان، ويمكن تسجيل درجة حرارة جسم الحيوان في عدة أماكن بالجسم هي:

✓ درجة حرارة المستقيم (T_r). Rectal Temperature

✓ درجة حرارة الجسم الداخلية Core Body Temperature (T_c)

درجة حرارة المستقيم (T_r): Rectal Temperature

- يعتبر المستقيم هو المكان المناسب لوضع الترموميتر (المجس الحراري) في الحيوان لقياس درجة حرارته.
- تعتبر درجة حرارة المستقيم أكثر القياسات الفسيولوجية شيوعاً لإختبار أو مراقبة حالة الحيوانات في البيئات الحارة، على الرغم من أن هذه الطريقة لها بعض العيوب:
- ✓ يوجد خطأ في القياس إذا ما وضع الترموميتر بعيداً عن الأوعية الدموية بجدار المستقيم أو كان ملامس للروث.
- ✓ المستقيم لا يقع في مركز التنظيم الحراري.

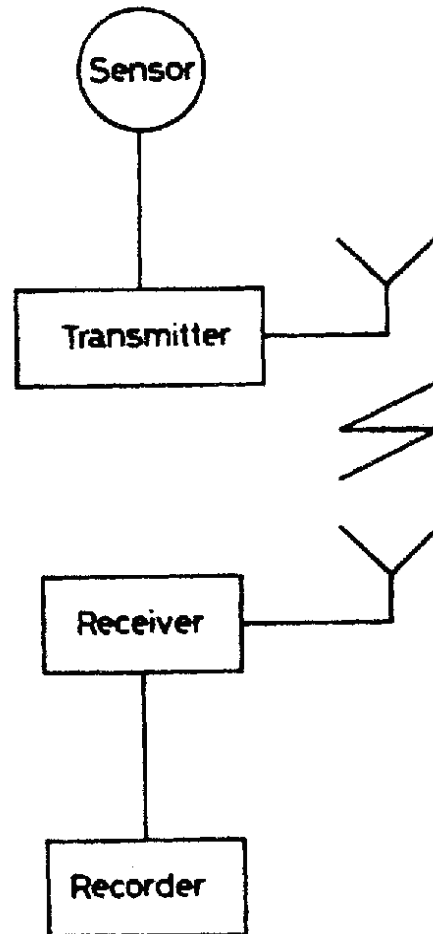
✓ إستجابة درجة حرارة المستقيم للتغيرات التي تحدث في درجة حرارة الجسم تعتبر بطيئة نسبياً.

✓ القياسات المستمرة لدرجة حرارة الجسم تتطلب قيد الحيوان ومنع بعض الكيماويات التي تعطى من خلال التخدير أو الأدوية أو غيرها من القيود الطبيعية التي يمكن أن ترفع درجة حرارة الجسم عن المستوى الطبيعي.

➤ لذلك فهناك طريقة بديلة وأدق لقياس درجة حرارة الجسم.

درجة حرارة الجسم الداخلية :Core Body Temperature

- تستخدم درجة حرارة الجسم الداخلية كبديل لدرجة حرارة المستقيم وتعتبر أكثر دقة للتعبير عن درجة حرارة الجسم.
- من مميزات أنها تعكس التغيرات السريعة والمستمرة في درجة حرارة الجسم والتي يصعب رصدها في قياس درجة حرارة المستقيم بالترمومتر العادي.
- يستخدم لقياس درجة حرارة الجسم الداخلية أجهزة قياس عن بعد telemetry system دون قيد للحيوان وتشمل هذه الأجهزة على مجسات تزرع بجسم الحيوان (تجوف البطن، القناة الهضمية، طبلة الأذن، الوريد الوداجي، أو الوطاء).



درجة حرارة سطح الجلد (T_s): Skin Temperature

- تعتبر أول إستجابة عند التعرض للحرارة من خلال إتساع الأوعية الدموية السطحية في الأطراف، منطقة الأنف، عضلات التنفس، الأذن، اللسان، ومقدمة أنف الحيوان والفك.
- تعتبر الدورة الدموية بالأوعية السطحية هي المصدر الرئيسي لدرجة حرارة الجلد.

➤ مناطق الجسم المختلفة تلعب دوراً مهماً في تغير توزيع الدم بالجسم لتسبب تدرج حراري بين أجسامها والبيئة من حولها وينتج عن ذلك فقد حراري كبير بوسائل الإشعاع والحمل.

➤ تختلف درجة حرارة الجلد تبعاً لفصل السنة، والوقت من اليوم، ويرجع ذلك مباشرة لزيادة إكتساب الحرارة عن طريق الإشعاع من البيئة الخارجية وإعادة توزيع الدم من الأوعية الدموية إلى أطراف الجسم في الأوقات الأكثر حرارة من اليوم وذلك كوسيلة للتأقلم لتقليل إكتساب الحرارة المشعة من البيئة الخارجية.

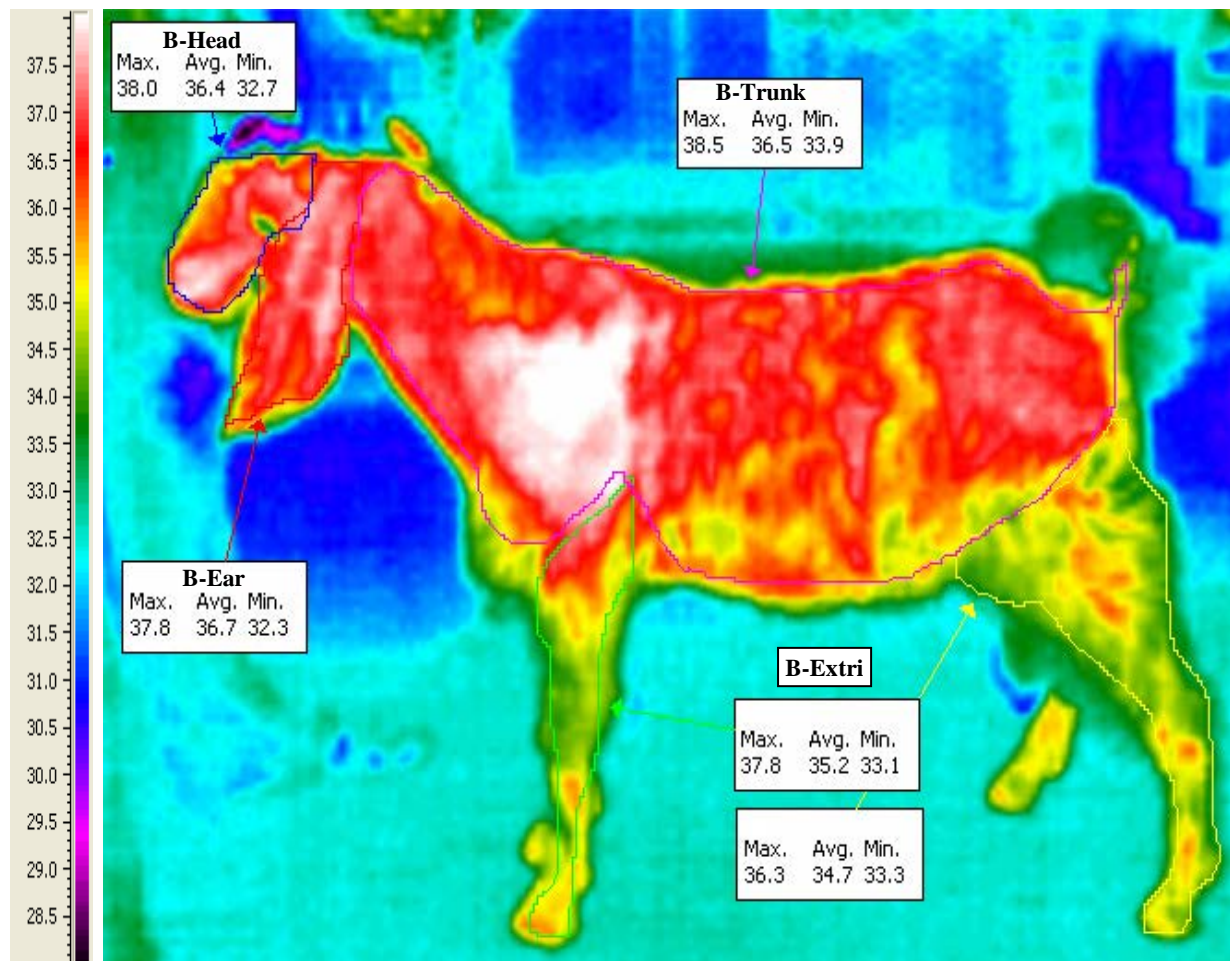
قياس درجة حرارة الجلد:

- استخدام مقياس الحرارة الرقمي Digital Thermometer
- يعتمد على تقانة الأشعة تحت الحمراء.
- يقيس درجة حرارة الجلد عن بعد ٣-٤ سم في منطقة محددة من الجسم.
- استخدام كاميرا لالتقاط صور حرارية تعتمد على الأشعة تحت الحمراء (IRT) وتتميز هذه الطريقة:
 - ✓ تجنب أي إتصال مباشر أو تلامس للجلد.
 - ✓ زيادة مساحة الدراسة.
 - ✓ الكفاءة العالية في وقت الدراسة.

➤ يعتمد عمل IRT على نظرية أن كل جسم على وجه الأرض ينتج أشعة حرارية تقع في حيز أطيف الأشعة تحت الحمراء وكثافة وتوزيع أوتشتت هذه الأشعة يعتمد على درجة حرارة الجسم وخصائص سطح الجسم الإشعاعية.

➤ تعتبر تقانة IRT أحدث طريقة غير مكلفة وآمنة لتجميع ونقل الأشعة تحت الحمراء الغير مرئية إلى صورة مرئية تلخص نموذج التدرج الحراري للجلد الذي يعكس خريطة الدورة الدموية تحت الجلد.





معدل التنفس (RR): Respiratory Rate

- يعتبر التنفس وسيلة أساسية لفقد الحراري بالتبريد التبخيري في المجترات الصغيرة تحت ظروف الإجهاد الحراري.
- تفقد هذه الحيوانات في المناطق معتدلة الحرارة حوالي ٢٠ % من درجة حرارة جسمها من خلال التنفس، بينما تزيد هذه النسبة إلى ٦٠ % تحت ظروف الإجهاد الحراري.
- لهذه الحيوانات إيقاع يومي لمعدل التنفس يتأثر بفصل السنة والوقت من اليوم:

- في المناطق معتدلة الحرارة (25-30 breaths/min)
- قد يصل تحت ظروف الإجهاد الحراري إلى (100 breath/min) في الماعز والى (300 breath/min) في الأغنام.
- يقل معدل التنفس في الصباح الباكر بينما يزداد وسط النهار.
- الإجهاد الحراري يزيد من معدل وعمق التنفس حيث يصبح سريعاً وسطحياً ويسمى في هذه الحالة نهجان أو لهث.

معدل العرق (SR): Sweating Rate

- العرق هو إحدى آليات الفقد الحراري بالتبريد التبخيري.
- يحتوي الجلد في بعض الحيوانات على غدد عرقية يتخلص بها الجسم من الحرارة وجزء من الأملاح الزائدة.
- في حالة زيادة درجة حرارة البيئة عن درجة الحرارة المعتدلة والمناسبة للحيوان تبدأ آلية الفقد الحراري بالتبريد التبخيري، حيث يبدأ الحيوان بفقد الحرارة عن طريق العرق.
- يعتمد الفقد الحراري عن طريق التعرق على نسبة الرطوبة في الهواء الجوي ولا يعتمد على التدرج الحراري (كما في طرق الفقد الأخرى).

➤ وجود الغدد العرقية وأهمية العرق يختلف من نوع حيوان لآخر.

➤ هناك من الكائنات الحية ما يعتمد على العرق بنسبة ١٠٠ % كالإنسان ومنها ما يعتمد على التنفس بنسبة ١٠٠ % كالدواجن والكلاب وتتدرج باقي الحيوانات بين ذلك.



The End